Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 108 (2016)
Heft: 1

Artikel: Hochwasserschutzprojekt "Urner Talboden"
Autor: Züst, Markus / Willi, Hans Peter / Gertsch, Eva
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939512

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: 10.07.2025

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

Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden»

Hochwasserschutz für einen starken Kanton Uri

Markus Züst

Hochwasser gehören wie Erdbeben, Lawinen oder Epidemien zu den Plagen unseres Planeten. Früher versprach man nach einem verheerenden Hochwasser eine Prozession mit Kreuz und Fahne, heute erstellt man ein Hochwasserschutzprogramm. Im Verlauf der Zeit verstand es der Mensch immer besser, sich gegen Hochwasser zu schützen. Dies war auch nötig, denn er setzte sich diesen Gefahren immer stärker aus. Unsere Vorfahren mieden viele Flächen, die heute Orte unseres Wohnens und Wirtschaftens sind. So ist der Kanton Uri mit seinem knappen ebenen Boden auf die Talböden zwingend angewiesen.

Es ist eine alte Weisheit, dass man durch Schaden klug wird. Jedes grössere Ereignis setzt wieder andere, meist höhere Massstäbe. So geschehen im Jahre 1977. Nach einer langen, relativ ruhigen Phase – Uri baute die Nationalstrasse und investierte kein Geld für den Wasserbau – zeigte das Hochwasser vom 31. Juli auf den 1. August 1977 auf, wie verletzlich unsere moderne Siedlungs- und Infrastruktur ist. Dieses Ereignis gab Anlass, den Hochwasserschutz im Kanton Uri rechtlich, organisatorisch und finanziell auf eine neue Basis zu stellen. Das erste Hochwasserschutzprogramm 1977 im Umfang von 100 Mio. Franken nahm sich vor allem des Schächens und der zahlreichen Seitenbächen im unteren Kantonsteil an.

Zehn Jahre später, am 24./25 August 1987 schlug die Natur erneut zu, diesmal noch stärker und weiträumiger. Der ganze Reusslauf von Realp bis zum See war betroffen. Die Schadenssumme betrug eine halbe Milliarde Franken. Ohne Hilfe des Bundes hätte der Kanton die Folgen nicht bewältigen können. Das Hochwasserschutzprogramm 1987 mit 194.5 Mio. Franken übertraf alles Bisherige, läutete aber auch das Zeitalter des modernen Hochwasserschutzes ein. Grundlage dazu bildete die «Richtlinie für den Hochwasserschutz vom 9. Juni 1992», die später weitgehend vom Bund übernommen wurde.

Wer nun glaubte, das wär's, wurde in der Nacht vom 22. auf den 23. August 2005 eines andern belehrt. Trotz den grossen Anstrengungen der Vergangenheit zeigten sich Lücken mit verheerenden Folgen. Die geografische Ausdehnung des Ereignisses war zwar kleiner als 1987, aber es traf das wirtschaftliche Zentrum des Kantons. Verschiedene Industrie- und Gewerbeunternehmen überlegten sich, ob sie ihre Betriebe noch einmal aufbauen oder anderswo weitermachen wollen. Der Druck auf Politik und Regierung war enorm. Mit einem neuen Hochwasserschutzprogramm in Höhe von 160.8 Mio. Franken, das vom Volk am 8. Februar 2009 genehmigt wurde, konnte ein Exodus vermieden werden.

Kern des neuen Programms ist das Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden», das nun kosten- und zeitgerecht abgeschlossen werden kann. Die folgenden Beiträge berichten darüber. Das Vorhaben war eine grosse Herausforderung für alle Beteiligten und erforderte ein hohes Mass an Fachwissen, Erfahrung und Einsatz. Dafür sei allen herzlich gedankt. Mit Überzeugung können wir heute sagen, dass mit dem umgesetzten Projekt der «Urner Talboden» als Lebens- und Wirtschaftsstandort sicherer geworden ist.

Anschrift des Verfassers:
Markus Züst
Regierungsrat und Baudirektor des Kantons Uri,
Klausenstrasse 2, CH-6460 Altdorf

Hochwasserschutz in den letzten drei Jahrzehnten im Kanton Uri aus Sicht des Bundes

Hans Peter Willi, Eva Gertsch, Adrian Schertenleib, Carlo Scapozza

Zusammenfassung

Ein weiterer grosser Meilenstein in der Hochwasserschutzgeschichte des Kantons Uri ist erreicht. Gut 10 Jahre nach dem verheerenden Hochwasser vom 22./23. August 2005 feiert der Kanton Uri den Abschluss der Bauarbeiten im Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden». 75 Mio. CHF wurden zur Verbesserung der Hochwassersicherheit dafür investiert. Wieso konnte der Kanton Uri dieses Ereignis vergleichsweise sehr rasch bewältigen, welches sind die Erfolgsfaktoren?

1. Uri als effizienter, erfahrener und weitsichtiger Kanton

Der flächenmässig kleine Kanton Uri zeichnet sich durch seine schlanke Organisation im Wasserbau aus. Seit Einführung des Wasserbaugesetzes des Kantons Uri im Jahre 1980 liegt die Wasserbaupflicht beim Kanton. Nach dem Ereignis 2005 und der Einführung des NFA wurden 2008 weitere Anpassungen gemacht, sodass heute das Amt für Tiefbau des Kantons Uri bei allen öffentlichen Gewässern für den Hochwasserschutz, den Wasserbau und den Gewässerunterhalt zuständig ist. Dies garantiert eine hohe Fachkompetenz und Professionalität bei der Leitung von Planungs- und Realisierungsprozessen. Zudem ermöglicht es flexible und effiziente Entscheidungsprozesse und einen geringen Koordinationsaufwand, insbesondere für grossräumige Projekte wie dem Hochwasserschutz «Urner Talboden».

Die Bevölkerung und die Behörden des Kantons Uri sind durch die drei grossen Hochwasser innerhalb der letzten drei Jahrzehnte, 1977, 1987 und 2005, sehr sensibilisiert. Jedes Ereignis forderte von den Verantwortlichen eine Standortbestimmung. Dank den Ereignisanalysen konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, die auch gesamtschweizerische Bedeutung für die Verbesserung des Umgangs mit den Hochwassergefahren haben. Grundsteine für ein integrales Risikomanagements im Bereich der Hochwassergefahren wurden gelegt.

Eine möglichst rasche Übersicht über den Handlungsbedarf und eine transparente, nachvollziehbare Massnahmenplanung zum weiteren Vorgehen nach einem Ereignis sind zentrale Elemente für ein gutes Katastrophenmanagement. Hier zeigte der Kanton Uri ebenfalls Geschick, indem er nach jedem Hochwasser Massnahmen in Form eines umfassenden Hochwasserschutzprogramms erarbeitete. Darin wurden auch die Prioritäten aufgezeigt, da nicht alles auf einmal umgesetzt werden kann. Die Finanzierung dieser Hochwasserschutzprogramme auf Kantonsebene wurde möglichst bald nach den Ereignissen, als die Schadensbilder noch im Gedächtnis der Bevölkerung waren und die gegenseitige Solidarität noch vorhanden war, über einen Rahmenkredit dem Volk zur Abstimmung unterbreitet; jedes Mal mit Erfolg!

2. 1977 – Hochwasser im Schächen und in den Seitenbächen des Unterlands

Das Ereignis vom 31. Juli/1. August 1977 traf den Kanton wenig vorbereitet. Die letzten grossen Wasserbauten waren diejenigen am Schächen nach dem Hochwasser von 1910. Eine Ausnahme bildete ein Teil der Reussdämme zwischen Flüelen und Amsteg im Zuge des Nationalstrassenbaus. Mit dem 77er-Ereignis erhielt der Hochwasserschutz in Uri eine ganz andere Dimension, das erste Hochwasserschutzprogramm wurde auf die Beine gestellt. Da im ganzen Reusstal auch viele Infrastrukturanlagen wie z. B. die Eisenbahn und die Nationalstrasse betroffen waren, wurden mit diesen Infrastrukturträgern Verhandlungen zur Kostenbeteiligung geführt. Basierend auf dem Wasserbaugesetz des Kantons Uri, können die sogenannten «besonders bevorteilten Dritten» (bbD) zur Mitfinanzierung beigezogen werden. Eine Einigung über die Kostenteiler mit den bbDs (Nationalstrasse, SBB, PTT, EMD, FO) erfolgte erst nach langjährigen, zähen Verhandlungen im Jahre 1987, wo ein Kostenteiler durch einen Bundesratsbeschluss geregelt werden konnte. Eine wichtige Grundlage zur Einigung war eine der ersten grossflächigen Wildbachanalysen der Schweiz (Wildbachanalyse N2), welche durch den damals bekannten Experten Zeller erstellt wurde.

Die Mitfinanzierung von Schutzmassnahmen durch Infrastrukturbetreiber ist für den kleinen Kanton Uri auch heute noch von grosser finanzieller Bedeutung. Die «besonders bevorteilten Dritten» ASTRA, SBB, Armasuisse und Matterhorn-Gotthard-Bahn werden auch heute nach bestehendem Wasserbaugesetz an der Finanzierung von Investitionsprojekten und des Gewässerunterhalts risikobasiert beteiligt. Kostenteilerverhandlungen sind, bedingt durch komplexe Projekte, die vielen betroffenen Infrastrukturanlagen und die engen Raumverhältnisse, eine grosse Herausforderung.

3. August 1987 – das Reusshochwasser

Am 24./25. August 1987, noch lange bevor das Hochwasserschutzprogramm von 1977 abgeschlossen werden konnte, ereignete sich das nächste Jahrhundertthochwasser. Die Reuss richtete vom Urserental bis zum Urnersee riesige Schäden an. Unvergesslich sind im Kanton Uri die Bilder des beschädigten Autobahnviadukts bei Wassen, des wegerodierten Friedhofs und des Pfarrhauses von Gurtnellen, wo die Erosion bis an den Kirchturm reichte, oder die infolge eines Dammbruches grossflächig überschwemmte Talebene im unteren Reusstal.

An der umfassenden schweizweiten Ereignisanalyse war der Kanton Uri massgeblich mitbeteiligt (BWW, BUWAL, LHG, 1991). Das Ereignis führte zu mehreren Hochwasserschutzprojekten, welche zusammen mit den noch nicht ausgeführten Massnahmen von 1977 in einem

neuen Hochwasserschutzprogramm integriert wurden. Dabei wurde erstmals ein sogenannter differenzierter Hochwasserschutz umgesetzt. Mit der Differenzierung der Schutzziele kann risikoorientiert auf die Hochwassergefahren reagiert werden. Das spart einerseits Kosten und andererseits können dadurch auch extreme Ereignisse mit geringeren Schäden bewältigt werden. Dabei wurde im Kanton Uri die «Mutter der Schutzzielmatrix» entwickelt, welche auch heute in ihren Grundsätzen als Überprüfungsziele vom Bund empfohlen wird (ARE, BWG, BAFU, 2005).

Der Kanton Uri ging auch ganz neue Wege zur Bewältigung extremer Ereignisse, dem Überlastfall. Mit gezielten Überlastausleitungen bei Erstfeld und bei Seedorf werden Abflüsse der Reuss, welche grösser als ein 100-jährliches resp. 50-jährliches Ereignis sind, vergleichsweise schadlos durch die Urner Talebene geleitet. Dabei wird auch die Autobahn in den Korridor integriert, indem diese überflutet werden kann und die Lärmschutzwände als Schutzmauern gegen Hochwasser dienen. Bei Erstfeld fliesst der Abfluss der ausgeleiteten Überlast sogar durch den Taubachtunnel der N2 unter der Siedlung hindurch. Auch bei Gurtnellen mussten für die Reuss Hochwasserschutzmassnahmen geplant und ausgeführt werden. Hier wurde zum ersten Mal erfolgreich eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für ein Hochwasserschutzprojekt durchgeführt. All diese Erfahrungen und Entwicklungen bildeten 2001 eine wertvolle Grundlage für das damalige Bundesamt für Wasser und Geologie, um seine «Wegleitung Hochwasserschutz an Fliessgewässern» zu entwickeln, welche in grossen Teilen auch heute noch gültig ist (BWG, 2001).

4. August 2005 – Schächenhochwasser und Schattdorfer See

Am 22./23. August 2005 dann der Schock. Ein weiteres Jahrhunderthochwasser ereignete sich, und wieder war es der Schächen, der zu riesigen Schäden führte. Trotz allen früheren Schutzmassnahmen kam es zu einem teilweisen Versagen des Geschieberückhaltebeckens an der Stiglisbrücke und in der Folge zu einer Geschiebeüberlastung bei der Mündung des Schächens in die Reuss. Der Schächen trat über die Ufer, die «Stille Reuss» wurde rückgestaut, und es entstand der sogenannte «Schattdorfer See» (*BAFU, WSL* 2007). Auch bei diesem Hochwasser reagierte der Kanton Uri unverzüglich und zielorientiert. Planungsarbeiten für entsprechende Schutzmassnahmen wurden sofort aufgenommen, ein neues Hochwasserschutzprogramm ausgearbeitet. Dieses wurde bereits im Februar 2009 vom Urner Volk genehmigt. Davon wurden 75 Mio. CHF für das Projekt «Urner Talboden» veranschlagt. 61 Mio. CHF waren davon durch den Bund (ASTRA, BAFU und VBS) sowie die SBB abgedeckt. Das BAFU sprach für die geplanten Massnahmen des Hochwasserschutzprojekts «Urner Talboden» den höchstmöglichen Subventionssatz von 65 %. Dieser besteht aus der Grundsubvention von 35 %, Mehrleistungen im Umfang von 10 % und einem Schwerfinanzierbarkeitsanteil von 20 % für Kantone mit besonderer Belastung, denen der Kanton Uri nach dem Hochwasser von 2005 angehörte.

Nun ist das Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden» abgeschlossen. Infolge der engen Platzverhältnisse mussten sehr technische und ausgeklügelte Lösungen bei einer äusserst anspruchsvollen Ausgangslage erarbeitet werden. Die drei Gerinne Schächen, Reuss und «Stille Reuss», welche sich bei Hochwasser sowohl flussaufwärts als auch flussabwärts gegenseitig beeinflussen, müssen schadlos durch einen engsten Raum geleitet werden, der von Infrastrukturanlagen und mehreren Verkehrsachsen genutzt wird. Der Kanton Uri und die beauftragten Ingenieure haben es geschafft, ein Schutzsystem zu entwickelt, das bei solch komplexen Bedingungen auch beim Überlastfall redundant funktioniert. Dies war nur möglich durch einen «mehrstöckigen» Wasserbau, Druckbrücken, Notkanäle, Verschlusstore, organisatorische Massnahmen und eine enge Zusammenarbeit mit den Infrastrukturbetreibern und betroffenen Grundeigentümern. Auch wenn die Natur im Fall des Hochwasserschutzprojekts «Urner Talboden» weichen musste und nur an Ersatzorten aufgewertet werden konnte, ist dieses Projekt aus Sicht des Bundes bei gegebener Ausgangslage gelungen. Es erfüllt die Anforderungen im Sinne des Integralen Risikomanagements. Wir gratulieren dem Kanton Uri ganz herzlich zu diesem Jahrhundertwerk!

Literatur

ARE (Bundesamt für Raumplanung), BWG (Bundesamt für Wasser und Geologie), BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), 2005: Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren. Bern.

BAFU (Bundesamt für Umwelt), *WSL* (Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft), 2007: Ereignisanalyse Hochwasser 2005. Teil 1 – Prozesse, Schäden und erste Einordnung. Bern und Birmensdorf.

BWG (Bundesamt für Wasser und Geologie), 2001: Hochwasserschutz an Fliessgewässern. Wegleitungen des BWG. Bern.

BWW (Bundesamt für Wasserwirtschaft), *BUWAL* (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft), *LHG* (Landeshydrologie und -geologie), 1991: Ursachenanalyse der Hochwasser 1987. Ergebnisse der Untersuchungen. Bern.

Anschrift der Verfasser

Hans Peter Willi, Bauingenieur ETH, Leiter der Abt. Gefahrenprävention, Bundesamt für Umwelt, CH-3003 Bern

Eva Gertsch, Dr. phil. nat., Fachexpertin Sektion Hochwasserschutz, Bundesamt für Umwelt, CH-3003 Bern

Adrian Schertenleib, Bau- und Wirtschaftsingenieur FH, Fachexperte Sektion Hochwasserschutz, Bundesamt für Umwelt, CH-3003 Bern

Carlo Scapozza, Dr. sc. techn., Sektionschef Sekt. Hochwasserschutz, Bundesamt für Umwelt, CH-3003 Bern

Der Schächen: Ereignisse und Massnahmen

Stefan Flury

Der Schächen ist der grösste Seitenbach der Reuss im Kanton Uri. Die bisherigen Hochwasserereignisse im «Urner Talboden» waren massgebend von diesem Gewässer geprägt. Hauptproblem beim Schächen ist das Geschiebe. Das steile Gelände, der relativ kleine Waldanteil und die ungünstige Geologie (Flysch) führen zu einem grossen Geschiebeanfall. Der Bergsturz von Spiringen 1887 hat dieses Problem zusätzlich verstärkt. Früher trat das Geschiebe beim Schluchtausgang oberhalb von Bürglen seitlich über die Ufer und schuf so die heutige Landschaft im «Urner Talboden». Seit dem Bau des gepflästerten Schächenkanals im Unterlauf, nach dem Hochwasser von 1910, wird das Geschiebe zu einem grossen Teil bis zur Mündung in die Reuss verfrachtet. Hier treffen zwei ungleiche Gewässer aufeinander. Die Reuss vermag das Schächenmaterial nicht weiterzutransportieren. Es kommt zu einer rückwärtigen Auflandung im Kanal und zu Ausuferungen.

Die Liste der Hochwasserereignisse im Schächental ist umfangreich; aus dem 18. Jahrhundert sind 11 und aus dem 19. Jahrhundert 16 bekannt. Einen Eindruck von der damaligen Situation mag der Bericht des Urner Wochenblattes über «Die Wasserverheerungen in der Sankt Andreas Nacht» vom 29./30. November 1885 geben: «Mit weithin hörbarem Gepolter der Steine und in furchtbaren Wogen brauste der Schächen hervor aus seiner Schlucht. Sein angestammter revolutionärer Geist regte sich zwar wieder, doch hielt er sich, wenn auch unwillig, in den von der Obrigkeit gesteckten Grenzen. Eine Zeit lang freilich hatte man Grund zum Bangen gehabt, er möchte dieselben überschreiten und dann weiss Gott, was noch geschehen wäre ...». Von alters her wurden längs des Schächens Wuhren gebaut. Im unteren Teil des Schuttkegels, wo das Material liegen blieb, wurden jährlich die grösseren Steine aufgelesen und seitlich deponiert, sodass sich mit der Zeit schützende Wälle bildeten, die dann überwuchsen.

Nach dem Bergsturz von Spiringen im Jahr 1887 und beim Bau der Klausenstrasse (1892–99) wurden zum ersten Mal grössere Verbauungen durchgeführt. So wurden im sogenannten «Schutt» in Spiringen Sperren und längs der Strasse Ufersicherungen errichtet. Eine systematische Korrektion des Schächens aber unterblieb.

1. 1910 – Das grösste Schächenhochwasser im 20. Jahrhundert

Das Hochwasser vom 15. bis 17. Juni 1910 ist das erste gut dokumentierte Ereignis. Im Heft 3, Jahrgang 1914 «Wildbachverbauungen und Flusskorrektionen in der Schweiz» berichtet das Eidg. Oberbauinspektorat, dass bereits vor dem 15. Juni andauernder und warmer Regen niederging. Zusammen mit dem Schmelzwasser errechnete (nicht gemessen!) das Inspektorat für den Spitzenabfluss am 15. Juni 1910 eine Wassermenge von 153 m^3/s, eine Zahl, die weder 1977 noch 2005 erreicht wurde. Im gleichen Bericht wird das abgelagerte Geschiebe im Unterlauf auf mindestens 200 000 m^3 geschätzt (2005: 200 000–250 000 m^3 grobes Geschiebe, inkl. Feinanteil ca. 350 000 m^3).

Der Ablauf war dramatisch: Am 15. Juni wurde morgens um 5:00 Uhr in der Eidg. Munitionsfabrik mit Kanonenschüssen Alarm gegeben. Der Schächen brachte gewaltige Mengen von Geschiebe aus dem Schächental und lagerte sie weiter unten, wo er nicht mehr das starke Gefälle des Oberlaufes besitzt, ab. In wenigen Stunden hatte er sein Bett von der Mündung bis beinahe zur Schattdorfer Schächenbrücke ausgefüllt. Das mit Wucht heranströmende Wasser fand keinen Weg mehr. Nun brach das Wasser gegen die Munitionsfabrik auf der Altdorfer Seite aus. Im Verlaufe des Vormittags wurde die Durchbruchstelle immer breiter und die Gegend nördlich der Munitionsfabrik unter Wasser gesetzt. Das Wasser floss unkontrolliert zum See und überflutete auch den Bahnhof Altdorf. Unterdessen waren Genietruppen eingerückt. Zusammen mit den Arbeitern der Munitionsfabrik gelang es ihnen, die Lücke zu schliessen. Das Wasser suchte nun einen Ausweg Richtung Schattdorf. Kanton und Gemeinden boten alles auf, um dies zu verhindern. Der Regierungsrat erteilte sogar «seinen» Truppen, den Batallionen 87 und 129, den Marschbefehl. Am 17. Juni, morgens in der Frühe, wandte sich der Schächen wiederum nach rechts und brach erneut in das Gebiet der Munitionsfabrik ein. Erneut standen der Bahnhof Altdorf und die Allmend zwischen Altdorf und Flüelen unter Wasser.

Inzwischen war der Waffenchef der Genie, Oberst *Robert Weber,* in Altdorf angelangt und übernahm die Oberleitung. Es war ihm sofort klar, dass es nur zwei Auswege gab: Entweder die Munitionsfabrik dem Schächen preiszugeben, um Schattdorf zu retten, oder umgekehrt. Nachdem von Bern die Zusicherung kam, die geschädigten Grundeigentümer von Schattdorf würden vergütet, wurde der Notdamm auf der Schattdorfer Seite gesprengt. Das Wasser ergoss sich über Felder und Wiesen und bildete einen See, wie er aus den Jahren 1977 und 2005 bekannt ist.

Die Verheerungen waren enorm. Zügig wurden die Aufräumungs- und Instandsetzungsarbeiten eingeleitet. Das Urner Wochenblatt vom 4. August 1910 berichtet, dass zwischen der Schächenmündung und Spiringen 600 Arbeiter, alles Italiener, eingesetzt wurden. Doch bereits am 31. August 1910 machte ein erneutes, wenn auch weniger heftiges Hochwasser alle Anstrengungen zunichte. Der Schächen brach erneut Richtung Schattdorf aus.

Schon a m 22. September 1910 (!) genehmigte der Urner Landrat das Verbauungsprojekt für den Schächen. Ausgehend vom Bergsturzgebiet in Spiringen, wurde das Gewässer mit Sperren und Längswehren bis zur Schattdorfer Schächenbrücke systematisch gesichert. Darauf folgte der rund 1.6 km lange, ge-

pflästerte Kanal bis zur Mündung in die Reuss. Man ging unverzüglich ans Werk und leitete den Schächen provisorisch via Schattdorf in die Stille Reuss, sodass der Platz für den Bau des Kanals frei wurde. Der Bund legte wegen der Munitionsfabrik und der Eisenbahnlinie grosses Gewicht auf einen raschen Baufortschritt. Bis zu 900 Mann standen gleichzeitig im Einsatz.

Ende 1911 konnte der Schächenkanal fertiggestellt werden. Im folgenden Jahr hemmten schlechtes Wetter und Gewitterabflüsse immer wieder den Baufortschritt der weiteren Etappen. Am 25. September 1912 verunglückte der Gesamtprojektleiter, Kantonsingenieur *Wilhelm Epp*, bei einer Baustellenbegehung tödlich. Er sollte das einzige Todesopfer dieses grossen Werkes sein. Auch in den Jahren 1913 und 14 wurden die Bauarbeiten nicht mit gutem Wetter verwöhnt. Der Ausbruch des Ersten Weltkrieges und der Zusammenbruch der urnerischen Ersparniskasse – der Vorgängerin der Kantonalbank – brachten einen starken Rückschlag. Dennoch konnten bis im Sommer 1915 die Arbeiten mit einjähriger Verspätung abgeschlossen werden. Allerdings musste auf die ursprünglich geplante Verbauung der Seitenbäche verzichtet werden.

2. 1977 – Der Hochwasserschutz bekommt anderen Stellenwert

Bis zum 31. Juni 1977 herrschte am Schächen relative Ruhe. Die Bauwerke überstanden ohne grössere Schäden sogar den Starkabfluss von 1939 (Regenmessstation Unterschächen 200 mm/24 h). Der Ablauf des 77er-Hochwassers ähnelt demjenigen von 1910. Wiederum landete die Mündung in die Reuss auf, und zudem verfing sich viel Holz in der Fachwerkkonstruktion der obersten Brücke östlich der Bahnlinie (total gab es unmittelbar hintereinander fünf Brücken). Der Schächen trat rechts über die Ufer und überflutete u. a. den Bahnhof Altdorf. Aus der linksufrigen Dammbresche wurde das Areal der Munitionsfabrik total mit Schutt überzogen, und es bildete sich im Schattdorfer Industriegebiet ein See. Obwohl der Spitzenabfluss kleiner war als 1910 («nur» 105 m^3/s) waren die Schäden mit weit über 100 Mio. Franken ungleich höher, denn in der Zwischenzeit erfolgte im Überflutungsgebiet eine rege Bautätigkeit.

Im darauf folgenden ersten Hochwasserschutz-Mehrjahresprogramm erhielten der Schächen und das Schächental erste Priorität. Dafür reserviert war ein Betrag von 39.7 Mio. Franken (Preisbasis 1982), tatsächlich wurden 56.4 Mio. verbaut (43.8 Mio. Franken Preisbasis 1982). In den Jahren 1978–84 wurde der Schächenkanal und zwischen 1980 und 82 die grossen Sperren «im Schutt» in Spiringen rekonstruiert. Die Munitionsfabrik drängte – wie 1910 – auf eine rasche Verbesserung der Hochwassersicherheit. Als «Notnagel» baute man in den Jahren 1979–82 ein Geschieberückhaltebecken, den Stiglissammler, mit einem Volumen von 100 000 m^3. Später wurden über längere Zeit die Seitenbäche des Schächens verbaut, Gebiete aufgeforstet und kritische Hänge entwässert. All diese Massnahmen bewährten sich grundsätzlich, doch der Schwachpunkt, die Schächenmündung, war nicht beseitigt. Dies wurde am 22./23. August 2005 auf dramatische Weise demonstriert.

3. 2005 – Der Lebensnerv wird getroffen

Bereits die erste Monatshälfte August 2005 war niederschlagsreich und dann kam am 22. August der Starkregen. In Unterschächen wurden an diesem Tag 184 mm Niederschlag gemessen, während der ganzen Dauer des Ereignisses waren es 281 mm. Das Hochwasser kam also nicht aus heiterem Himmel, überrascht wurden aber alle Akteure vom Ausmass der Schäden. Man kannte wohl die Schwachstelle Schächenmündung, die man mit dem Hochwasserschutz-Mehrjahresprogramm 1987 vergeblich zu beheben trachtete; trotz intensiven Abklärungen fand sich damals keine befriedigende Lösung. Die Zeit für einen so starken Eingriff, wie er inzwischen im Rahmen des nun abgeschlossenen Hochwasserschutzprojekts «Urner Talboden» realisiert ist, war noch nicht reif. Alle Hoffnungen lagen auf dem Stiglissammler.

Dieses Bauwerk hat nicht die Aufgabe, alles Material wie bei einer Talsperre zurückzuhalten. Dies wäre sogar unerwünscht und für den Unterlauf (Erosion) geradezu schädlich. Der Sammler hatte bis anhin bei den kleineren und mittleren Hochwassern problemlos funktioniert. In der Nacht vom 22. auf den 23. August 2005 zeigte er ein eigenartiges Verhalten. Der Sammler füllte sich wohl mit Wasser und Geschiebe, leerte sich aber dann wieder rasch, und dies wahrscheinlich mehrmals. Zu bemerken ist auch, dass die transportierte Geschiebemenge weit grösser war als das Ablagerungsvolumen von 100 000 m^3.

Wiederum begann das Unheil an der Mündung in die Reuss. Reuss und Schächen führten Hochwasser. Die Reuss staute den Schächen zurück. Die an der Mündung im Einsatz stehenden Bagger (am Schluss drei an der Zahl) mussten kapitulieren. Nachträglich wurde abgeschätzt, dass theoretisch mindestens 15 Bagger notwendig gewesen wären, um die Menge zu verarbeiten, abgesehen davon, dass der Platz für das Aufstellen der Maschinen gar nicht vorhanden gewesen wäre. Die Auflandung im Schächen schritt langsam bachaufwärts und erreichte am

Bild 1. Der schäumende Schächen bei der EW-Zentrale in Bürglen im Sommer 1910.

Bild 2. Verklausungen an der Schächenbrücke bei der RUAG im Juli 1977.

Bild 3. «Schattdorfer See» als Folge des Schächenhochwassers im August 2005.

frühen Morgen des 23. August die SBB-Brücke. Ab diesem Zeitpunkt erfolgte die grossflächige Überschwemmung und Überschüttung des RUAG-Geländes.

Als extremer Schwachpunkt erwies sich die «Stille Reuss», die als Talvorfluter dient (Gangbach, Walenbrunnen, Melioration). Sie hat ein Gefälle von nur 0.1 % und kreuzt – als wasserbauliches Kuriosum – mittels einer Unterführung den Schächen. Die «Stille Reuss» ist ein künstlich angelegtes Gewässer, das in der heutigen Konzeption im Rahmen der Schächenverbauung nach dem Hochwasser 1910 gebaut wurde. Beim Bau der Nationalstrasse wurde die Einmündung in die Reuss um 300 m nach Süden verlegt. Diese Laufverkürzung wirkte sich bei hohem Wasserstand in der Reuss ungünstig auf die Abflusskapazität der «Stillen Reuss» aus. Bereits 1977 kam es zu einer Verstopfung des Durchlasses, die aber nur kurzfristig wirkte und mittels einer Baumaschine entfernt werden konnte. 2005 wurde der Durchlass sechs Meter tief eingeschüttet und durch einen massiven Pfropfen verstopft, der erst nach tagelangen Bemühungen entfernt werden konnte.

Die vom Hochwasser betroffene Fläche war insgesamt etwa die gleiche wie im Jahre 1977, auf der Südseite des Schächens allerdings ausgedehnter. Vorerst floss das Schächenwasser nach Norden und überflutete wie 1910 und 1977 viele Teile der Ruag und den Bahnhof Altdorf. Durch die Dammbresche auf der linken Seite des Schächens trat massiv Geschiebe und grobes Geröll ins Fabrikareal aus. Das Wasser bildete den «Schattdorfer See», dessen Pegel gegenüber 1977 um einen Meter höher lag und erst nach sieben Tagen wieder verschwand. Das erklärt die riesigen Schäden von über 350 Mio. Franken. In den folgenden Beiträgen wird beschrieben, welche Lehren gezogen und welche Massnahmen in der Folge des Ereignisses getroffen wurden.

Anschrift des Verfassers
Stefan Flury, Dipl. Bauingenieur ETH, Kantonsingenieur des Kantons Uri, Klausenstrasse 2, CH-6460 Altdorf

Der Urner Talboden muss sicherer werden

Ernst Philipp

Das Augusthochwasser 2005 traf den Kanton Uri im Lebensnerv. Die überfluteten Industriegebiete enthalten einen substanziellen Anteil der urnerischen Arbeitsplätze. Bereits am 30. August 2005, also noch mitten in der Aufräumungsphase, beauftragte der Regierungsrat die Baudirektion, umgehend ein Hochwasserschutzprojekt auszuarbeiten und möglichst rasch zu verwirklichen. Da das Schattdorfer Industriegebiet nicht nur durch den Schächen, sondern auch durch die «Stille Reuss» und die Reuss gefährdet ist, sind auch diese Gewässer in die Betrachtung miteinzubeziehen. Schon am 27. September 2005 erhielt die Ingenieurgemeinschaft «3wasser» den Auftrag, innert einem Jahr ein Generelles Projekt auszuarbeiten. Als Arbeitshypothese für dieses setzte der Regierungsrat das Ziel, die Seebildung im Schattdorfer Industriegebiet wirkungsvoll zu unterbinden.

Vorerst galt es, das jüngste Hochwasserereignis zu analysieren und die Lehren daraus zu ziehen. U. a. führte dieser Prozess zu folgenden Überlegungen:

- Der Mündung darf nur so viel Geschiebe und Holz zugeführt werden, wie diese verkraften kann. Um dies zu erreichen, ist der Geschiebesammler Stiglisbrücke nachzurüsten. Ausserdem sind zusätzliche Geschieberückhalteräume zu schaffen.
- Es ist dafür zu sorgen, dass der Durchlass der «Stillen Reuss» unter dem Schächen auch in Extremsituationen nicht verstopft werden kann, damit die Entwässerung der Ebene von Schattdorf gewährleistet bleibt.
- Im Mündungsbereich des Schächens ist mehr Platz zu schaffen, damit besser interveniert werden kann und der Wasserabfluss nicht behindert wird.
- Die mit dem Hochwasserschutzprogramm 1977 im grossen Stil eingeleiteten Massnahmen im Einzugsgebiet wie Aufforstungen, Entwässerungen und Bachverbauungen haben sich grundsätzlich bewährt, sie sind fortzusetzen.
- Im Schächen selber sind weitere Massnahmen zu treffen, die die Seiten- und Tiefenerosion vermindern.
- In der Ereignisnacht blieb das Ver-

stopfen des Durchlasses der «Stillen Reuss» vorerst unbemerkt, resp. die Meldung erreichte infolge Verbindungsproblemen die zuständigen Feuerwehren nicht, sodass eine frühzeitige Warnung unterblieb. Parallel zur Projektierung ist eine Notfallplanung in die Wege zu leiten.

Zusammenfassend heisst das: Der Abfluss soll gedämpft, der Geschiebeanfall reduziert, das verbleibende Geschiebe und das Holz so bewirtschaftet werden, dass der Mündung nur so viel zugeführt wird, wie diese verkraften kann. Mit baulichen (Objektschutz) und organisatorischen (Notfallplanung) Massnahmen soll dafür gesorgt werden, dass – wenn alle Stricke reissen – das Ausmass der Schäden beschränkt bleibt.

1. Neues Hochwasserschutzprogramm

Schon bald war klar, dass für die Verbesserung der Hochwassersicherheit des Urner Talbodens ein Grossprojekt nötig ist, für das sowohl die technischen und organisatorischen, als auch die finanziellen und politischen Voraussetzungen erst geschaffen werden müssen. Mit andern Worten: Neben der Planung des Wasserbauprojekts mussten die Vorbereitungsarbeiten für ein neues Hochwasserschutzprogramm gestartet werden. Der Kanton Uri kennt im Hochwasserschutz das Instrument des Rahmenkredits, der alle Massnahmen erfasst, die während einer bestimmten Zeitperiode verwirklicht werden sollen. Grundlage für den Rahmenkredit ist ein Hochwasserschutzprogramm. Da aus den früheren Programmen 1977 und 1987 noch nicht alle Massnahmen umgesetzt waren, galt es, die Restanzen auf Zweckmässigkeit, Dringlichkeit und Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Die verbliebenen Massnahmen wurden zusammen mit den neuen als Folge des 2005er-Hochwassers in das neue Hochwasserschutzprogramm aufgenommen. So kam der stolze Betrag von 160.8 Mio. Franken zusammen, der vom Volk am 8. Februar 2009 mit einem Ja-Stimmen-Anteil von 88 % genehmigt wurde.

2. Projekt «Urner Talboden»

Ein zentrales Problem zu Beginn der Planung war die Festlegung der Schutzziele. In einer Spezialsitzung bestätigte der Regierungsrat die Richtlinien für den Hochwasserschutz aus dem Jahre 1992 und legte fest, dass die sensiblen Gebiete im Urner Talboden, dazu gehört beispielsweise das Industriegebiet Schattdorf, einen Schutz erhalten, der jeden Hochwasserschaden möglichst ausschliesst. Später wurde dieser Wert auf ein 300-jährliches Ereignis (HQ_{300}) präzisiert. Dem Überlastfall sei besondere Beachtung zu schenken, d. h. dass das Wasser, ohne grosse Schäden zu verursachen, geordnet abfliessen soll.

Nach einem breit abgestützten Vernehmlassungsverfahren genehmigte der Regierungsrat am 3. Oktober 2006 das Generelle Projekt. Im März 2008 war das Bauprojekt bereit für die Planauflage. Bestandteil des Projekts war auch das sogenannte «Umgehungsgerinne Schächen», ein kleines Bächlein, das den Schächen im Bereich der Schattdorfer Brücke mit der «Stillen Reuss» verbinden sollte und somit die durch den Bau des Schächenkanals unterbrochene Vernetzung mit der Reuss wiederherstellen sollte. Diesem Projektbestandteil erwuchs kräftige Opposition. Bei der Projektgenehmigung vom 4. November 2008 liess der Regierungsrat dieses Vorhaben fallen und ersetzte es durch diverse andere ökologische Massnahmen innerhalb und ausserhalb des Projektperimeters. Der Kredit wurde auf 75 Mio. Franken festgelegt, dazu kamen noch 5.045 Mio. Franken für Strassenbauten im Zusammenhang mit dem Wasserbauprojekt.

3. Sofortmassnahmen

Aus der Ereignisanalyse resultierten einige Massnahmen, die unabhängig vom Hauptprojekt mit relativ geringen Kosten von 3.5 Mio. Franken eine rasche Verbesserung der Hochwassersicherheit bringen. Es handelt sich um Folgende:

- Geschiebesammler Stiglisbrücke Bürglen: Der Sammler wurde im Frühling 2006 provisorisch baulich so angepasst, dass beim nächsten Hochwasserereignis möglichst viel Geschiebe zurückgehalten werden soll. Dies wurde erreicht, indem die Grundablassöffnung mittels Stahlelementen verkleinert wurde. Später wurde die Sohle im Ausflussbereich mit Beton gesichert und ein beweglicher Schütz eingebaut.
- Raum Schächenmündung: Die Querung der «Stillen Reuss» unter dem Schächen wurde provisorisch so geschützt, dass kein Schächengeschiebe den Durchlass verstopfen kann. Zu diesem Zweck wurde die «Stille Reuss» örtlich mit einem Armco-Rohr eingedeckt und der linke Schächendamm westlich der Bahnlinie erhöht. Gleichzeitig wurde der rechte Schächen- damm nach Norden verschoben und das Gelände zwischen Schächen- Autobahn und «Stiller Reuss» abgesenkt, sodass im Mündungsgebiet mehr Platz für Geschiebeablagerungen entsteht.
- Geschieberückhalteraum Reuss: Die Kiesbänke in der Reuss und im Bereich zwischen den Mündungen von Schächen und Stiller Reuss wurden auf die ursprüngliche Sohlenhöhe ausgehoben. Damit entstand wieder ein grösseres Volumen für Geschiebeablagerungen.
- Notfallkonzept: Seit Sommer 2006 steht ein Notfallkonzept bereit, das sukzessive verbessert wurde.

Anschrift des Verfassers
Ernst Philipp, Dipl. Bauingenieur FH, Abteilungsleiter Wasserbau, Amt für Tiefbau des Kantons Uri, Klausenstrasse 2, CH-6460 Altdorf

Wie gross sind seltene Hochwasser am Schächen?

Roger Frauchiger, Simon Scherrer

Zusammenfassung

Das Hochwasser vom 22./23.8.2005 am Schächen hat im «Urner Talboden» grosse Schäden angerichtet und galt zuerst als einzigartig. Für die Planung von Geschiebe-rückhalte- und Hochwasserschutzmassnahmen entlang des Schächens wurden mit einem differenzierten Vorgehen die hydrologischen Grundlagen hergeleitet. Ein Teil der Untersuchung befasste sich mit der langjährigen Abflussmessreihe am Schächen. Die Pegelabflussbeziehungen der Pegel musste vor Auswertung der Daten in einem aufwendigen Verfahren verbessert werden. Mittels Erkundung historischer Hochwasser konnte die Hochwassergeschichte der letzten 700 Jahre des Schächen aufgearbeitet werden, welche die Bedeutung des Hochwassers 2005 relativierte. Die Untersuchung der Abflussreaktion des Einzugsgebiets zeigte, dass trotz Steilheit des Geländes ausgedehnte Gebiete mit günstigen Speichereigenschaften den Abfluss-prozess im Schächen wesentlich verzögern, was sich auf die Grösse der Hochwasser auswirkt. Aus den Ergebnissen dieser Teiluntersuchungen und den Berechnungen mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell konnte eine robuste Hochwasserabschätzung für den Schächen in Bürglen erstellt werden.

1. Einleitung und Dank

Auf den ersten Blick schien die Erarbeitung der hydrologischen Grundlagen beim Schächen einfach angesichts der langen Abflussmessreihe seit 1926. Das Hochwasser vom 22./23.8.2005 übertraf aber die bisherig gemessenen Abflussspitzen wesentlich und verursachte mit dem lang anhaltend hohen Abfluss und dem damit verbundenen grossen Geschiebetrieb grosse Schäden. Das Hochwasser 2005 schien einzigartig, allerdings warf eine erste Auswertung der Abflussmessungen verschiedene Fragen auf. Daher entschied man sich für eine detaillierte Hydrologiestudie. Die statistische Einordnung dieses Ereignisses und die Festlegung massgebender Hochwasserszenarien war herausfordernd und benötigte die Zusammenarbeit von Fachleuten. An dieser Stelle sei im speziellen Dr. *Felix Naef* für seine fachlich konzeptionelle Beratung herzlich gedankt.

2. Beurteilung der Abflussmessungen

Die grösste Hochwasserspitze innerhalb der Messreihe seit 1926 wurde am 22./23.8.2005 von zwei Pegeln registriert: von einem in der Messschwelle installierten Pneumatikpegel 40 m oberhalb der Schattdorfer Schächenbrücke und einem erst seit 2004 an der Schächenbrücke Schattdorf montierten Radarpegel. Die Aufzeichnungen des Wasserstandes vom Hochwasser vom 22./23.8.2005 zeigen beim Pneumatikpegel ein wildes Pulsieren und sind nicht brauchbar. Auch die Messungen des Radarpegels weisen dieses Pulsieren auf. Die Versuchsanstalt für Wasserbau untersuchte deshalb die Strömungsverhältnisse dieses Abschnitts in einem physikalischen Modell (VAW, 2007) und ging diesem Pulsieren auf den Grund. Die Modellversuche der VAW zeigen sowohl in Fliessrichtung als auch quer dazu «Wellenberge» mit Abweichungen von 20–40 cm von der mittleren Wasserspiegellage. Diese stehenden Wellen sind auch auf Fotos des Ereignisses im Bereich der Messstelle sichtbar. Entsprechend unsicher ist die Zuweisung des Abflusses. Aufgrund der Modellversuche konnte die Abflussspitze auf 120–130 m^3/s eingegrenzt werden.

3. Historische Hochwasser

Ob das Hochwasser 2005 einzigartig war, konnte anhand der Messreihe alleine nicht festgestellt werden. Deshalb wurden Informationen über historische Hochwasser zusammengetragen, um das Zeitfenster weit über die Messperiode hinaus auszuweiten (*Scherrer et al.*, 2011). Die hier durchgeführte Erkundung von Hochwassern (Chroniken, Zeitungen, Archive und

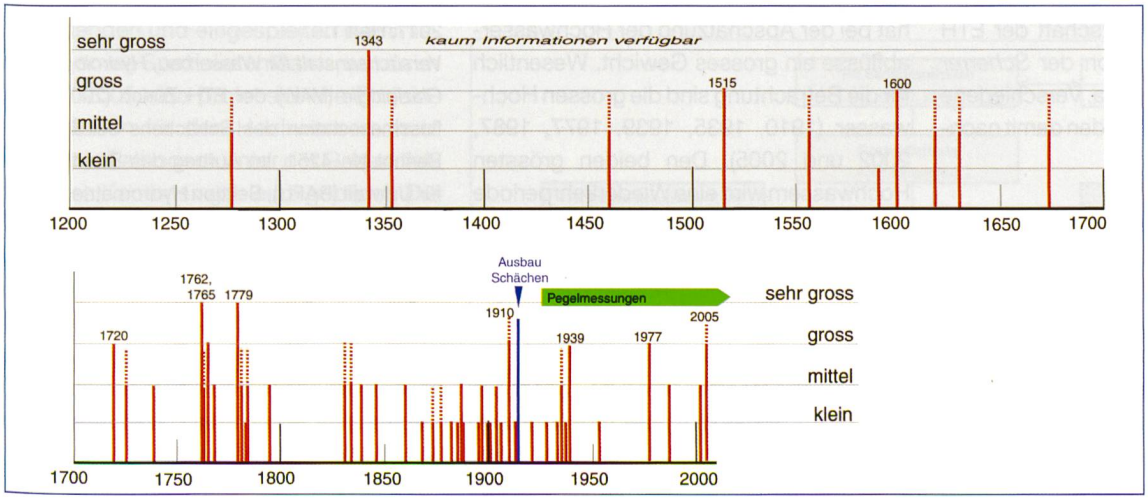


Bild 1. Die Hochwasser am Schächen seit 1250, klassifiziert nach ihrer Grösse anhand der Schilderungen.

verbürgte Angaben) ergab eine Fülle von Informationen über einen Zeitraum von über 700 Jahren *(Bild 1)*. Die Klassifizierung in kleine, mittlere, grosse und sehr grosse Hochwasser erfolgte anhand der Schilderungen. Die Hochwassergeschichte vor 1800 ist allerdings lückenhaft und die Angaben sind vage. Die Untersuchungen zeigten, dass sich in der Vergangenheit mehrere grosse bis sehr grosse Hochwasser ereigneten. Damit war das Hochwasser 2005 (120–130 m^3/s) keineswegs einzigartig. Die Rekonstruktion des Hochwassers von 1910 (110–150 m^3/s) ergab eine ähnlich hohe Abflussspitze. Diesen beiden grössten Hochwassern der jüngeren Geschichte wird aufgrund der Mengen und der historischen Betrachtung eine Wiederkehrperiode von nur 50 bis 150 Jahren zugeordnet.

4. Beurteilung der Abflussreaktion des Einzugsgebiets

Beim Hochwasser 2005 zeigte der Schächen eine stark verzögerte Abflussreaktion, denn der Abfluss nahm erst wesentlich zu, als bereits 100 mm der insgesamt etwa 200 mm Niederschlag gefallen waren. Diese verzögerte Abflussreaktion bestätigte sich bei der Untersuchung des Einzugsgebiets nach der Abflussbereitschaft. Sie zeigte, dass trotz Steilheit des Geländes ausgedehnte Gebiete mit günstigen Speichereigenschaften den Abflussprozess im Schächen wesentlich verzögern, was sich auf die Grösse der Hochwasser auswirkt (*Scherrer AG*, 2007). Die sonderbar verzögerte Reaktion des Schächens auf Starkregen wurde auch schon andernorts im Alpenraum (z. B. Saltina in Brig) beobachtet.

5. Niederschlag-Abfluss-Modell

Basierend auf den Untersuchungen der Abflussreaktion, wurde ein mathematisches Niederschlag-Abfluss-Modell aufgebaut, das die wesentlichen Prozesse bei Hochwasser nachbildet. Dabei handelt es sich um das ursprünglich am Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der ETH Zürich entwickelte und von der *Scherrer AG* erweiterte Modell QArea. Verschiedene bekannte Hochwasser wurden damit nachgerechnet.

6. Niederschlag-Szenarien

Für die Geschiebestudie für den Hochwasserschutz des «Urner Talbodens» waren Hochwasser unterschiedlicher Dauer erforderlich. Um die Reaktion des Einzugsgebiets auf seltene Niederschläge zu untersuchen, wurden Szenarien für extreme Starkregen entwickelt und deren Abflüsse mit dem Niederschlag-Abflussmodell auf der Basis einer Gebietsniederschlagsstatistik berechnet. Vom 21.–23.8.2005 regnete es über 40 Stunden mit hoher Intensität. Dieser Niederschlag wurde deshalb (bezüglich räumlicher und zeitlicher Niederschlagsverteilung) als Basis für lange Extremniederschlagsszenarien verwendet.

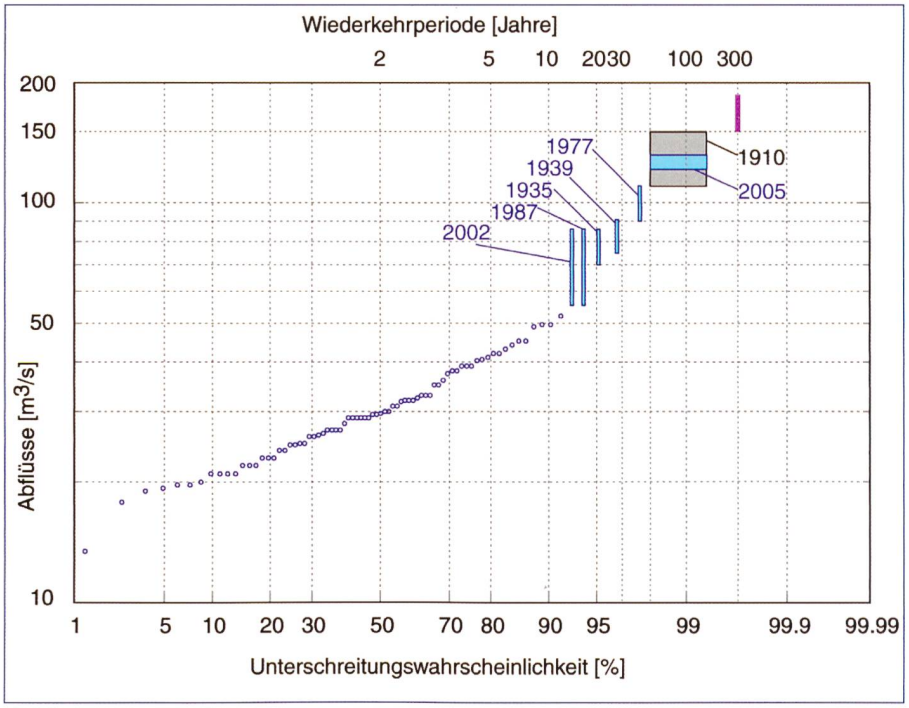


Bild 2. Frequenzdiagramm des Schächens beim Pegel in Bürglen (108.5 km²) aus den Jahreshochwassern von 1926–2006 (blau). Zwischen 1930 und 1985 befand sich der Pegel in Bürglen (94 km²). Zusätzlich eingetragen sind das abgeschätzte Hochwasser von 1910 und die Resultate der Modellrechnungen (violett).

7. Synthese

Die Synthese aus den Ergebnissen der Erkundung historischer Hochwasser, der Hochwasserstatistik aus den bereinigten Abflussdaten, der Untersuchung der Abflussreaktion der Einzugsgebietsteilflächen und der Berechnungen mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell ergeben eine robuste Hochwasserabschätzung für den Schächen in Bürglen.

Die Auswertung der Pegelmessreihe in Bürglen (blaue Rechtecke in *Bild 2*) hat bei der Abschätzung der Hochwasserabflüsse ein grosses Gewicht. Wesentlich für die Betrachtung sind die grossen Hochwasser (1910, 1935, 1939, 1977, 1987, 2002 und 2005). Den beiden grössten Hochwassern wird eine Wiederkehrperiode von 50 bis 150 Jahren zugeordnet. Die Abschätzung des 300-jährlichen Ereignisses mit dem Niederschlag-Abfluss-Modell (violetter Balken in *Bild 2*) fügt sich gut in die Extrapolation aus der Messreihen ein. Das 100-jährliche Hochwasser (HQ_{100}) liegt bei 120–150 m^3/s, das HQ_{300} bei 150–190 m^3/s. Die Abflussmessungen am Schächen, aber auch die Untersuchungen im Gelände zeigten, dass die Abflussreaktion des Schächens aufgrund grosser Gebiete mit hohem Schluckvermögen verzögert ist. Auch wenn grössere Niederschläge als im August 2005 das Einzugsgebiet des Schächens treffen, ist aufgrund des heutigen Kenntnisstandes keine überproportionale Abflussreaktion zu erwarten.

Literatur:

Scherrer AG (2007): Hydrologische Grundlagen des Schächens für den Hochwasserschutz des Urner Talbodens und das Generelle Projekt Schächen. Auftraggeber: Amt für Tiefbau des Kantons Uri. Bericht 06/75. Reinach, November 2007.

Scherrer S., Frauchiger R., Näf D., Schelble G. (2011): Historische Hochwasser: Weshalb der Blick zurück ein Fortschritt bei der Hochwasserabschätzung ist. «Wasser Energie Luft» 103. Jg., 2011, Heft 1.

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich (2007): Abflussmessstation des Schächens bei Bürglen, Bericht Nr. 4251. Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU), Sektion Hydrometrie.

Anschrift der Verfasser:
Roger Frauchiger, Dr. *Simon Scherrer* – Scherrer AG, Hydrologie und Hochwasserschutz, Schönmattstrasse 8, CH-4153 Reinach
info@scherrer-hydrol.ch

Das Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden»

Urs Müller, Peter Gisler

Der Regierungsrat des Kantons Uri hat kurz nach dem Hochwasser ein Generelles Projekt in Auftrag gegeben, welches ein Gesamtkonzept für den Hochwasserschutz im «Urner Talboden» mit sicher funktionierenden Ausbauvorschlägen für die drei Gewässer Schächen, Reuss und «Stille Reuss» aufzeigen soll. Die Auswirkungen wie nach dem Hochwasser 2005 dürfen nie mehr auftreten, wenn man eine Abwanderung der Industrie vermeiden und die für den Kanton wichtigen Arbeitsplätze erhalten will.

Das Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden» beinhaltet neben den geschieberückhaltenden Massnahmen am Schächen auch umfangreiche Schutzbauten im «Urner Talboden», welche es erlauben, auch die Extremhochwasser der Reuss, für welche das bestehende Gerinne eine wesentlich zu kleine Kapazität aufweist, kontrolliert und ohne Überschwemmung der Industrie- und Wohngebiete in Richtung Urnersee abzuleiten.

1. Projektorganisation und Ablauf der Projektbearbeitung

Mit der Erarbeitung und Umsetzung des Gesamtprojekts «HWS Urner Talboden» wurde das Amt für Tiefbau der Baudirektion Uri beauftragt. Basierend auf Erfahrungen aus früheren Hochwasserereignissen und aufbauend auf zum Teil bereits bestehenden und eingespielten Kommissionen sowie Spezialistenteams, wurde im Herbst 2005 eine professionelle Projektorganisation für den Hochwasserschutz im «Urner Talboden» unter der Gesamtleitung des Kantonsingenieurs gebildet. Die Gesamtleitung unterstand direkt der Regierungsrätlichen Baukommission, bestehend aus den Vorstehern der Bau-, Volkswirtschafts- und Sicherheitsdirektion, welche sich in regelmässigen Abständen (quartalsweise) über den Projektfortschritt orientieren liess. Dank dieser frühzeitigen Information und dem zwingend notwendigen Zusammenspiel mit weiteren Projekten im «Urner Talboden» (NEAT-Anschlussstrecke Nord und Erneuerung/Erweiterung der Verkehrswege Autobahn A2, Halbanschluss Altdorf, Umfahrung Altdorf, usw.) konnte der Regierungsrat Uri rechtzeitig klare Projektschwerpunkte setzen und das Zusammenspiel und den zeitverzugslosen Ablauf der verschiedenen Projekte garantieren.

Wichtig für den Projekterfolg und das rasche Vorliegen der Bewilligung zur Umsetzung des Hochwasserschutzprojekts war aber auch der über die ganze Projektdauer erfolgte direkte Einbezug der erweiterten «Technischen Kommission Hochwasserschutz» mit allen Amtsstellen von Bund und Kanton sowie der «Begleitdelegation» mit den vier Anstössergemeinden im «Urner Talboden» in die massgebenden Projektentscheide. Dank klaren Projektvorgaben und Randbedingungen konnte das Projektteam unter einer zentraler Projektleitung des Amtes für Tiefbau Uri mit den erfahrenen Planern der IG 3wasser (*Basler & Hofmann,* Synaxis und Projekta) und den Spezialisten für Hydrologie, Geschiebe- und Umweltfragen sowie der Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH Zürich (VAW) innert sehr kurzer Zeit ein in sich geschlossenes, sicheres, umweltverträgliches und bewilligungsfähiges Gesamtprojekt erarbeiten. Die Öffentlichkeit wurde in regelmässigen Abständen mit direkten Orientierungen der Baudirektion oder über die Medien über den Projektstand und die verschiedenen Projektbestandteile orientiert, was für eine rasche Bewilligung des Projekts und der anschliessenden Genehmigung des Projektkredites in der Volksabstimmung mitentscheidend war.

Ablauf der Projektbearbeitung:

- Sofortmassnahmen zur Wiederherstellung der Gerinne (2005)
- Vorgezogene Massnahmen für eine erste wirksame Verbesserung des Hochwasserschutzes im «Urner Talboden» (2005–2006)
- Generelles Projekt (Okt. 2005–2006), Genehmigung durch den Regierungsrat am 3. Okt. 2006
- Ausarbeitung des Bau- und Auflageprojekts (Okt. 2006–Nov. 2007)
- Vorprüfung bei Amtsstellen von Bund, Kanton und Gemeinden – Ergänzung Bauprojekt (Nov. 2007 bis Jan. 2008) öffentliche Orientierung durch Baudirektion
- Öffentliche Projektauflage (ab März 2008) und Projektgenehmigung durch den Regierungsrat (4. Nov. 2008)
- Volksabstimmung über das Hochwasserschutzprogramm (8. Febr. 2009)
- Baubeginn erste Massnahmen (ab Frühjahr/Sommer 2009)
- Bauende «HWS Urner Talboden» (Sommer 2016)

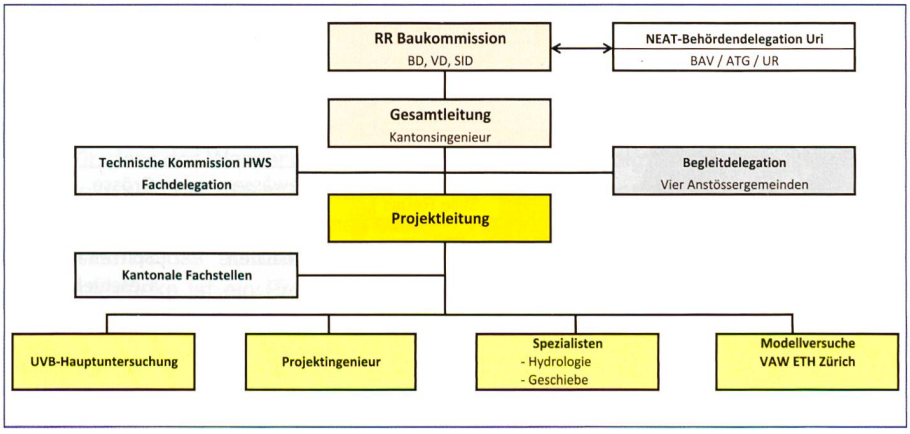


Bild 1. Projektorganisation, Bau- und Auflageprojekt.

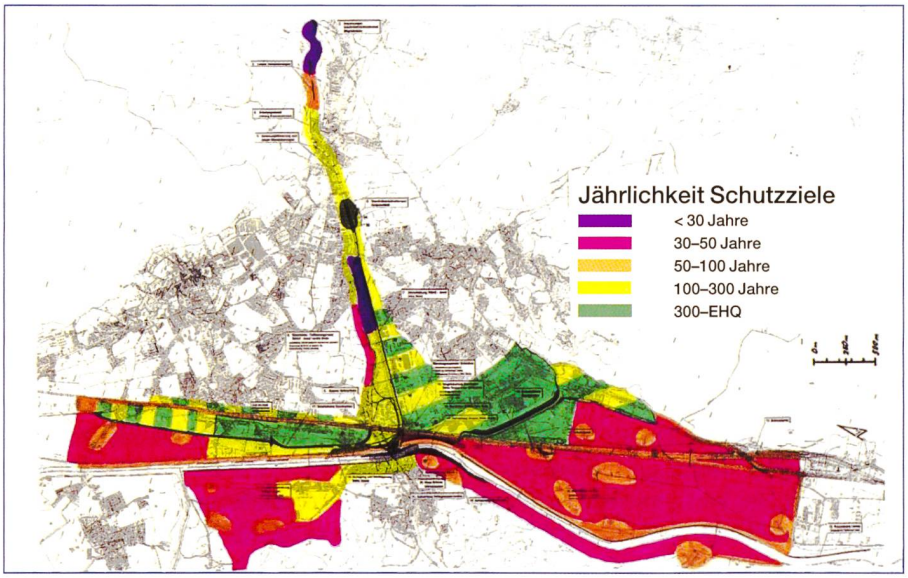


Bild 2. Schutzziele für den «Urner Talboden» gemäss Schutzzielmatrix mit erhöhter Schadensgrenze Q_a in sensiblen Gebieten.

2. Schutzziele Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden»

Auf der Grundlage der «Richtlinie für den Hochwasserschutz» des Kantons Uri vom 9. Juni 1992 ist das Projekt so ausgelegt, dass Siedlungsgebiete gegen direkte Schäden eines 100-jährlichen Ereignisses (HQ_{100}) geschützt sind. Aufgrund der besonderen Situation im «Urner Talboden» erhalten die sensiblen Industriegebiete einen erhöhten Schutz bis zu einem 300-jährlichen Ereignis (HQ_{300}). Da die Ebene von Schattdorf nicht nur durch den Schächen, sondern auch durch Reuss und «Stille Reuss» gefährdet ist, gelten die genannten Schutzziele gegen Hochwasser für alle drei Gewässer. Im Weiteren wird auf die Artikel von *Ernst Philipp* sowie *Markus Schatzmann* und *Dominik Schenk* verwiesen.

3. Konzept und Projektziele Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden»

Im Rahmen des Generellen Projekts erfolgte eine umfassende Analyse des Ereignisses 2005 mit Beurteilung der Ursachen des Versagens der bisherigen Hochwasserschutzmassnahmen. Wie erwähnt, lag das Hauptproblem bei der Schächenmündung. Es galt, die Geschiebeproblematik des Schächens zu lösen. Zudem mussten die Abflüsse im Schächen, in der «Stillen Reuss» und in der Reuss für den Bemessungs- und Überlastfall gewährleistet werden, was angesichts der engen Platzverhälnisse und der zahlreichen Hindernisse in Form von Strassen und Bahn eine anspruchsvolle Ingenieuraufgabe darstellte. Die wichtigsten Projektziele:

- Wirksamer Geschieberückhalt am Schächen
- Schutz der Industriegebiete im «Urner Talboden» (genügende Gewässerräume und Durchflusskorridore für Schächen und Reuss)
- Sicherung des Abflusses der «Stillen Reuss» (Notentlastung, Verlängerung «Stille Reuss»)
- Beherrschung von Extremereignissen ohne Gefahr eines Systemkollapses
- Einhaltung der Umweltverträglichkeit

Die Bemessungsabflüsse und Geschiebefrachten mussten für grössere und länger andauernde Ereignisse als die bisher bekannten Hochwasser von 1987 und 2005 ausgelegt werden.

Das gesamte Projekt «HWS Urner Talboden» besteht aus 22 Massnahmen.

4. Massnahmen am Schächen

Am Schächen konzentriert sich das Projekt primär auf die Geschiebefragen. Wegen des grossen Gefälles und der bereits früher erstellten Schutzbauwerke bestehen nur sehr lokale Kapazitätsengpässe. Die Massnahmen am Schächen umfassen:

- Forstliche und bauliche Massnahmen im Einzugsgebiet (nicht Gegenstand des vorliegenden Projekts)
- Sicherer Geschieberückhalt im Geschiebesammler Stiglisbrücke durch Einbau eines regulierbaren Verschlusses in die Grundauslassöffnung und separate Holzrückhaltemassnahme
- Sohlenstabilisierungen und Verstärkung der Ufer oberhalb der Schattdorfer Schächenbrücke zur Reduktion des Geschiebeeintrages und Verhinderung eines seitlichen Ausbrechens
- Ufererhöhung links um 1.5 m entlang der Schächenschale zur Verhinderung eines Wasseraustritts in Richtung Industriegebiet Schattdorf wie beim HW 2005. Damit bildet diese Dammseite eine klare Verteidigungslinie zum Industriegebiet.
- Geschiebesammler im RUAG-Areal: Die Beschickung des rechtsufrigen Sammlers im RUAG Areal erfolgt mit einem 200 m langen seitlichen Streichwehr. Das normalerweise 3 m hohe Ufer der Schächenschale wird hier auf 1 m reduziert. Somit treten bei einer Geschiebeauflandung im Kanal selbsttätig Wasser und gleichzeitig Geschiebe in den Ablagerungsraum (Volumen mindestens 80 000 m³). Das entlastete

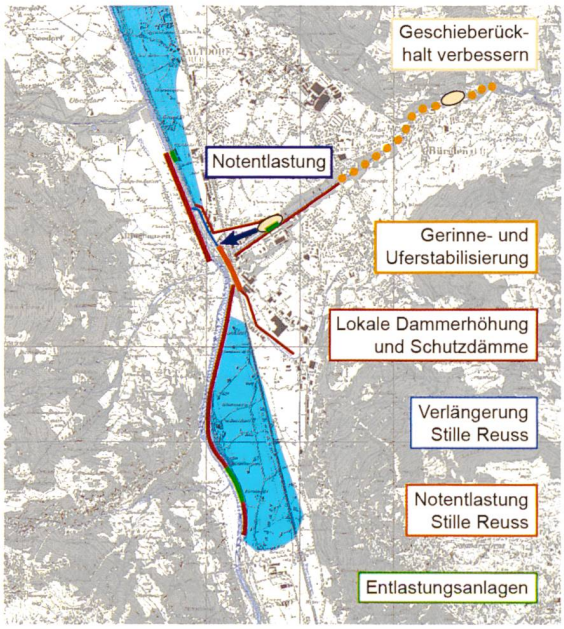


Bild 3. Übersichtsplan Schächenmündung mit Gesamtkonzept «HWS Urner Talboden».

Gewässer	Grösse	Bemessungsereignisse HQ_{100}	HQ_{300}	Überlastfall EHQ
Schächen	Spitzenabfluss	130 m³/s	150/185 m³/s	200/270 m³/s
	Geschiebefracht	200'000 m³	300'000 m³	400'000 m³
Reuss	Spitzenabfluss	610 m³/s	885 m³/s	1050 m³/s
Stille Reuss	Spitzenabfluss	35 m³/s	45 m³/s	55 m³/s

Tabelle 1. Bemessungsabflüsse und Geschiebefrachten

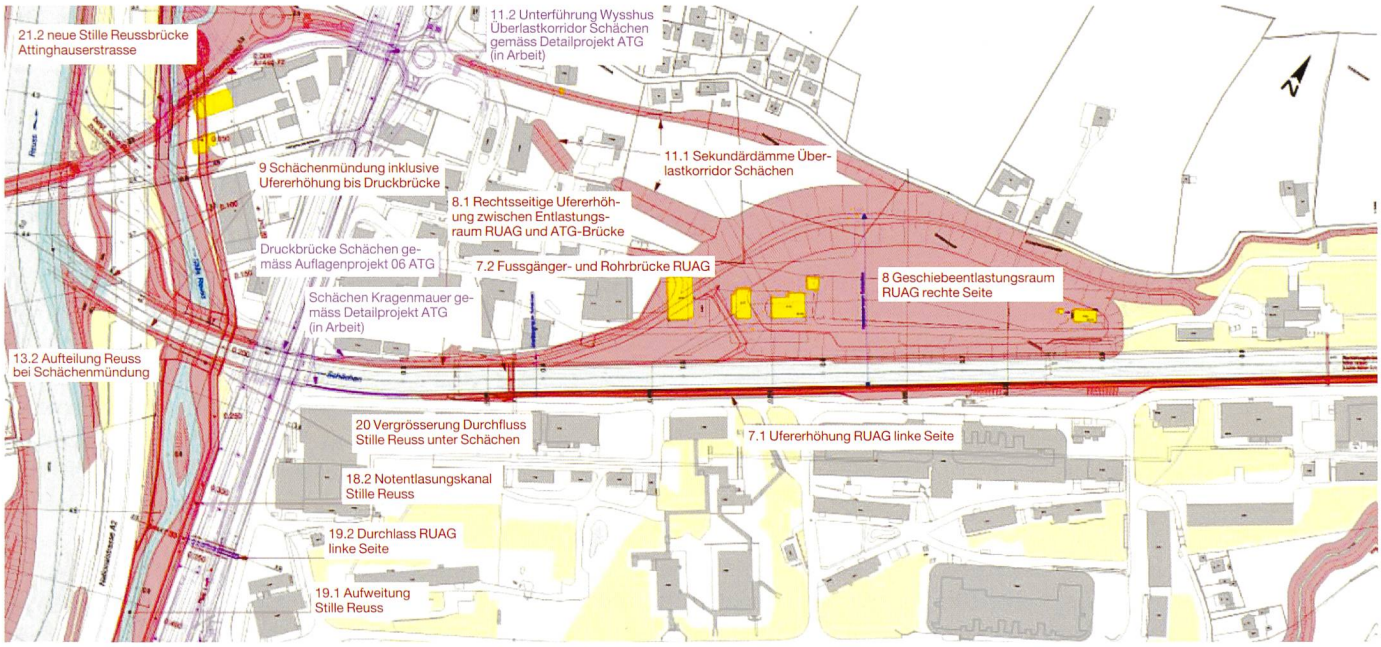


Bild 4. Geschiebesammler am Schächenkanal mit seitlichem Streichwehr und Massnahmen im Bereich der Schächenmündung.

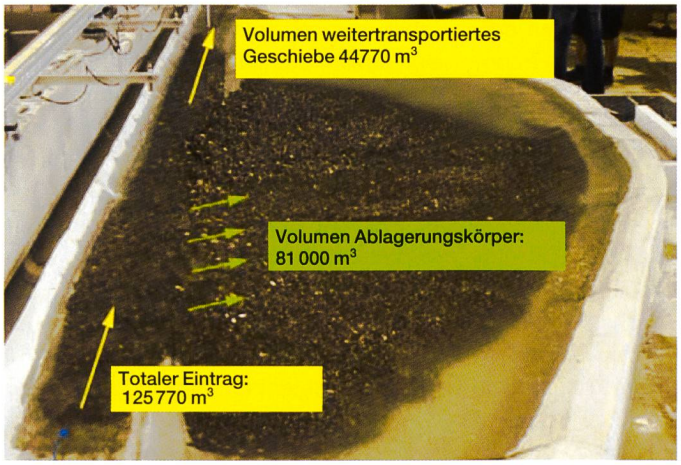


Bild 5. Geschiebesammler RUAG – Hydraulischer Modellversuch (VAW).

Bild 6. Druckbrücke mit Kragenmauern.

Wasser fliesst weiter unten wieder in den Schächen zurück. Dieses «geschiebelose Wasser» räumt die Schächenschale im Unterlauf wieder frei. Ausbildung, Geometrie und Funktionsweise wurden in einem hydraulischen Modellversuch an der ETH Zürich (VAW) geprüft, optimiert und die Funktionssicherheit bei verschiedenen Szenarien nachgewiesen. Für die sichere Beherrschung des Überlastfalls mit noch grösseren Wasser- und Geschiebemengen sorgt rechtsufrig entlang der Schächenwaldstrasse ein Sekundärdamm. Ausserdem leitet beim westlichen Ende des Geschiebesammlers ein befestigter Notüberlauf das Wasser über das gesperrte Strassennetz. Feste und mobile Begrenzungsmauern führen das Wasser zur Unterführung Wysshus (NEAT-Linie) und weiter in Richtung «Stille Reuss»/Reuss.

- Druckbrücke über den Schächen: Unmittelbar oberhalb der Schächenmündung querten neben dem Nationalstrassenviadukt gleich sechs Brücken das Gewässer (3 SBB, Kantonsstrasse, RUAG-interne Strasse, Wuhrweg) Alle Brücken waren zu tief. Der Kanton und die AlpTransit Gotthard AG entschieden sich, alle Brücken zu einer einzigen zusammenzufassen und als Druckbrücke auszubilden. Der hydraulisch optimale Einlaufbereich und die sogenannten Kragenmauern sorgen dafür, dass das Wasser oberstrom der Brücke sich bis zu 6 m aufstauen und so den nötigen Druck für einen sicheren Durchfluss aufbauen kann. Die Druckbrücke ist ein Projekt der AlpTransit, das auf das Auflageprojekt Hochwasserschutz abgestimmt ist. Der Kanton beteiligt sich an den Kosten. Im Rahmen der Projektierung wurden für die Druckbrücke umfangreiche Modellversuche an der ETH Zürich (VAW) durchgeführt.
- Optimierungen im Bereich Schächenmündung: Die Einmündung des Schächens in die Reuss wurde abgewinkelt und dadurch strömungsgünstiger an die Reuss angeschlossen. Die Mündungsbrücke wurde auf höherem Niveau neu gebaut und stromaufwärts verschoben.

5. Massnahmen an der Reuss

Die Erhöhung der Hochwassersicherheit der Reuss erfolgte im Rahmen des Hochwasserschutzprogramms 1987 und der Renaturierung des Reussdeltas. Nebst der Sanierung der Reussdämme wurden Überlastkorridore nördlich der Attinghauser Reussbrücke definiert und gesichert. Die erste Verteidigungslinie bildet eine Mauer auf der Ostseite der Autobahn, die zweite der Bahndamm. Zwei Stellen am rechtsufrigen Reussdamm wurden so

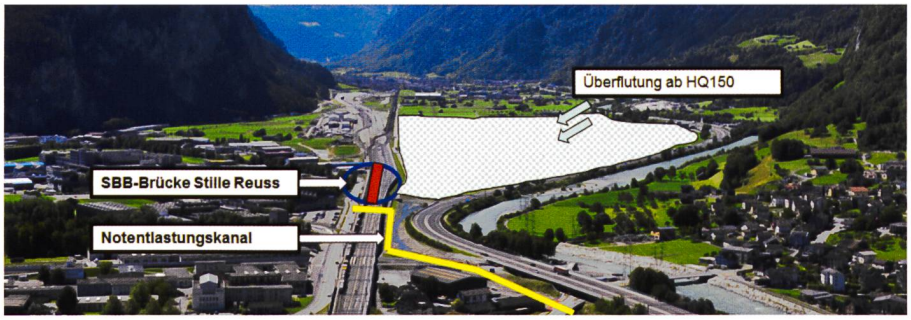


Bild 7. Überlastkorridor Reuss im Gebiet Schachen-Schattdorf oberhalb der Schächenmündung mit Notentlastungskanal für die «Stille Reuss».

ausgestaltet, dass ab einer bestimmten Wassermenge Reusswasser auf die Autobahn A2 ausgeleitet und dem See zugeführt wird.

Das Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden» ergänzt und erweitert diese Massnahmen mit einer dritten Entlastungsanlage sowie mit diversen Sekundärmassnahmen. Anders präsentiert sich die Sachlage im Bereich Erstfeld-Schattdorf. Die aus dem Hochwasser 2005 abgeleitete Forderung, wonach die Überflutung durch die Reuss zwischen Erstfeld und Attinghausen nur noch bis zur Bahnlinie gestattet wird, führt zu einer Verschärfung der Situation im Bereich der Engstelle in Attinghausen, die eine konzeptionelle Anpassung verlangte. Bei sehr grossen Ereignissen dient die Ebene Schachen in Schattdorf als sogenannter Überlastkorridor. Bei Abflüssen über HQ_{150} kann Reusswasser in diese Ebene austreten. Dazu wird der rechtsufrige Damm oberhalb der Autobahnraststätte auf einer Länge von 500 m überströmbar gestaltet, um so eine kontrollierte Entlastung zu ermöglichen. Die Massnahmen an der Reuss umfassen:

- Erhöhung des rechtsseitigen Reussdammes südlich der Schächenmündung mit Schaffung überströmbarer Dammbereiche
- Dammerhöhung und Verbreiterung der Reuss bei der Schächenmündung
- Anpassung der Reussbrücke Attinghausen (Sicherstellung einer Überströmbarkeit bei grossen Hochwassern und Geschiebeauflandungen unterhalb der Schächenmündung)
- Kapazitätserhöhung Attinghausen mit linksufriger Dammerhöhung und neuer dritter Entlastungsanlage rechts auf die Autobahn A2
- Sicherstellung Überlastkorridor Reuss durch Schaffung zusätzlicher Durchflussquerschnitte an der Reuss bei der Schächenmündung und im Bereich des Durchlasses der «Stillen Reuss» unter dem Schächen. Durch Torverschlüsse der Dammunterquerungen an der Riedstrasse und bei der SBB-Brücke über die «Stille Reuss» wird der Bahndamm zum Hochwasserschutzdamm und kann damit den Überlastkorridor der Reuss auf das Gebiet Schachen begrenzen. Unterhalb der Schächenmündung schliesst der Überlastkorridor im Gebiet Eyschachen an die bereits bestehenden Hochwasserschutzmassnahmen entlang der Autobahn A2 und dem Bahndamm bis Flüelen an.

6. Massnahmen an der «Stillen Reuss»

Die «Stille Reuss», welche die Talebene zwischen Erstfeld und Schattdorf entwässert und den Gangbach Schattdorf aufnimmt, hat eine wechselvolle Geschichte. Ursprünglich floss sie südlich der Schächenmündung in die Reuss, was bei hohem Wasserstand in der Reuss zu Rückstau und regelmässiger Überflutung des späteren Schattdorfer Industriegebietes führte. Mit dem Bau des Schächenkanals ab 1910 verlegte man die Einmündung der «Stillen Reuss» nach Norden und verbesserte so die Situation. Dazu wurde die «Stille Reuss» unter dem Schächen hindurch geführt. Die Erfinder dieser nicht alltäglichen Lösung dachten offenbar nicht daran, dass ein über die Ufer tretender Schächen den darunter liegenden Durchlass verschliessen könnte. Das tat er tatsächlich 1977 und 2005. Die verlängerte «Stille Reuss» stand dem Nationalstrassenbau in den Siebzigerjahren im Wege, und aus Kostengründen verkürzte man den Lauf um ca. 300 m. Damit vergrösserte sich wieder die Rückstaugefahr für das Schattdorfer Industriegebiet.

Die Massnahmen an der «Stillen Reuss» sind recht umfangreich. Einerseits wurde der Durchlass unter dem Schächen stark erweitert und gegen ein Ausbrechen des Schächens geschützt. Andererseits wurde der Zustand bezüglich Lauflänge und Einmündung in die Reuss, wie er vor dem Autobahnbau bestand, wieder hergestellt. Dazu wurde östlich der A2 ein neues, naturnahes Bachgerinne geschaffen und unter der Nationalstrasse ein Durchlass gebaut.

Eines der obersten Ziele des Hochwasserschutzprojekts «Urner Talboden» ist es, eine erneute Überschwemmung der Schattdorfer Ebene zu verhindern. Die oben beschriebenen Massnahmen am Schächen genügen dazu nicht. Vielmehr muss das Gebiet auch vor der Reuss geschützt werden. Der neue NEAT-Damm bildet dazu ein ideales Bollwerk. Leider aber gibt es bei der Bahnbrücke über die «Stille Reuss» und bei der Riedstrasse Lücken, die im Ereignisfall geschlossen werden müssen. Damit wird das Problem aber nicht gelöst, sondern nur verlagert. Bei einem Verschluss des Bachgerinnes im Bereich der Bahnbrücke wird die «Stille Reuss» zur Gefahr für das Schattdorfer Industriegebiet. Abhilfe schafft ein unterirdischer, parallel zu den NEAT-Gleisen verlaufender Notentlastungskanal. Ausserdem wird das Industriegebiet entlang der «Stillen Reuss» mit einer Mauer geschützt. Die Massnahmen an der «Stillen Reuss» umfassen:

- Schutzmassnahmen entlang der «Stillen Reuss» mit Mauern und Dämmen unter gleichzeitiger Aufwertung und Renaturierung des Gerinnes im Industriegebiet Schattdorf
- Überdeckter Notentlastungskanal für die «Stille Reuss», der die Entwässerung der Schattdorfer Ebene immer garantiert
- Aufweitung Engnis «Stille Reuss» zwischen Bahndamm und Autobahn
- Vergrösserung Durchlass «Stille Reuss» unter dem Schächen mit einer Durchflusskapazität von mind. 70 m^3/s für den Überlastfall Reuss
- Verlegung und Verlängerung der «Stillen Reuss» um 300 m nordwärts mit einer neuen Durchleitung unter der Autobahn (Durchlass unter A2, ausgeführt durch das ASTRA)
- Verlegung Attinghauserstrasse/Industriestrasse und Anschluss mit einem Kreisel an die neue SBB Unterführung Wysshus (Projekt Strassenbau).

Anschrift der Verfasser:
Urs Müller, Dipl. Bauingenieur ETH, Projektleiter Generelles Projekt und Bauprojekt, IM Maggia Engineering SA, CH-6601 Locarno
Peter Gisler, Dipl. Bau-/Wirtschaftstechniker FH, Projektleiter-Stv. Generelles Projekt und Bauprojekt sowie Gesamtprojektleiter Ausführungsprojekt, Amt für Tiefbau, Klausenstrasse 2, CH-6460 Altdorf

Beherrschung Überlastfall und Überflutungsmodellierung

Markus Schatzmann, Dominik Schenk

Zusammenfassung

Gemäss Bundesamt für Wasser und Geologie (2001) müssen in jedem Hochwasserschutzprojekt Massnahmen zur Beherrschung des Überlastfalles in die Planung einfliessen und wenn immer möglich auch umgesetzt werden. Ziel der Überlastfallmassnahmen ist es, bei selteneren Ereignissen als dem Bemessungsereignis resp. definiertem Schutzziel, das Risiko von Todesfällen und möglicher grosser Schäden mit verhältnismässig kleinen Zusatzinvestitionen zu reduzieren.

1. Schächen

Beim Schächen ist die Darstellung des Überlastfalles etwas einfacher als im Talboden, da entlang des Schächens «nur» zwei Schutzziele gelten: Linksseitig des Schächens, auf Gemeindegebiet Schattdorf, wurde ein Schutzziel HQ_{300} festgelegt, um das während des Hochwasserereignisses 2005 schwer getroffene Industriegebiet RUAG und Rossgiessen im Sinne einer Sonderzone zu schützen. Rechtsseitig des Schächens, auf Gemeindegebiet Altdorf und Bürglen, wurde das für Siedlungszonen übliche Schutzziel HQ_{100} festgelegt. Durch diese Vorgabe wurde als generelle Hochwasserschutzmassnahme das linke Ufer des Schächens zwischen Gotthardstrasse und Schächenmündung um 1.5 m höher ausgebildet als das rechte Schächenufer. Dadurch werden Ereignisse HQ_{100} bis HQ_{300} gezielt nach Norden geleitet und die Sonderzone bis zum HQ_{300} geschützt. Der Abfluss- und Geschiebetransportprozess des Schächens ist im Beitrag Jäggi detailliert beschrieben. Demnach setzt sich nach mittlerer Füllung des rechtsseitigen Geschiebeablagerungsraumes RUAG (HQ_{100}) der Geschiebeablagerungsprozess im Schächengerinne wie auch im und oberhalb des Ablagerungsraumes im Rahmen von Ereignissen > HQ_{100} fort. Um eine Flutung der südlichen Siedlungsgebiete von Altdorf und der Industriezonen und Entwicklungsgebiete im Bereich des Bahnhof Altdorf möglichst lange hinauszuzögern, wurden im Hinblick auf einen sukzessiv höheren Schutz folgende Überlastfallmassnahmen umgesetzt *(Bild 1)*:

Überlastkorridor 1 (Ereignisse HQ_{100} bis HQ_{300}):

1. Sekundärdamm entlang Schächenwaldstrasse

Zusätzlicher Überlastkorridor 2 (Ereignisse HQ_{200} bis HQ_{300}):

1. Terrainanpassungen
2. Rechtsseitiges Notventil oberstrom Druckbrücke NEAT
3. Grossräumiger Durchlass Wysshus inkl. Schutzmauern und mobiler Massnahmen

Bis ca. einem HQ_{200} werden Abflüsse und Geschiebeablagerungen im sowie rechtsseitig des Schächengerinnes kontrolliert (Überlastkorridor 1). Für Ereignisse im Bereich und grösser als HQ_{200} geht der Abfluss- und Ablagerungsprozess im Überlastkorridor 1 weiter. Es sind nun aber auch Ausbrüche nach rechts via Sekundärdamm und via Notüberlauf des Ablagerungsraumes sowie zusätzlich oberhalb der Druckbrücke möglich. Für das hier ausgebrochene Wasser inkl. Feinsediment und Geschiebe steht zusätzlich der Überlastkorridor 2 zur Verfügung, welcher den Abfluss sammelt und via Durchlass Wysshus in den Talboden rechtsseitig Reuss, «Stille Reuss» weiterleitet.

Die neue Bahnunterführung, ein von der NEAT gebautes und finanziertes Bauwerk, konnte noch rechtzeitig an die Bedürfnisse des Überlastabflusses angepasst werden. Sämtliche weiteren Überlastfallmassnahmen waren vergleichsweise günstig resp. stellen eine wesentliche Verbesserung im Umgang mit dem Überlastfall dar. Für Ereignisse seltener als HQ_{300} muss schliesslich an verschiedensten Orten entlang des Schächens mit Ausbrüchen resp. Systemkollapsen gerechnet werden. In diesem Falle kommen Evakuations- und Rettungsmassnahmen im Rahmen der übergeordneten Notfallplanung zum Einsatz. Um auch in einem solchen Fall die Schäden im Industriegebiet Rossgiessen zu begrenzen, dient der Notentlastungskanal «Stille Reuss», welcher auch im Falle von Geschiebeablagerungen des Schächens in der «Stillen Reuss» ein Abfliessen des ausgebrochenen Schächenwassers sowie der «Stillen Reuss» garantiert.

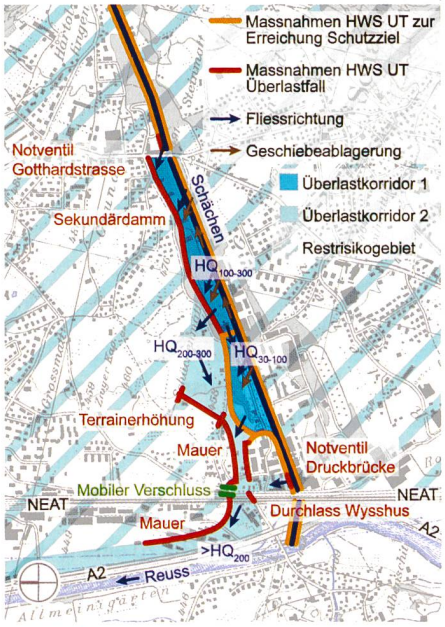


Bild 1. Überlastfall Schächen: Massnahmen und Abfluss- und Geschiebeablagerungsprozess.

2. Reuss

Bei der Reuss greifen die Massnahmen für den Schutz vor dem Bemessungsereignis und dem Schutz vor dem Überlastfall komplex ineinander. Die Massnahmen werden daher in Prozessabfolge resp. unter Berücksichtigung der sehr variablen Schutzziele für die im Talboden zur Verfügung stehenden Flutflächen aufgezeigt. Einige Massnahmen zur Lenkung und Begrenzung des Überlastfalles wurden bereits im Nachgang an das Hochwasser der Reuss von 1987 im Zeitraum 1996 bis 2000 erstellt. Diese wurden dann aufgrund der neu festgesetzten Schutzziele und der durch-

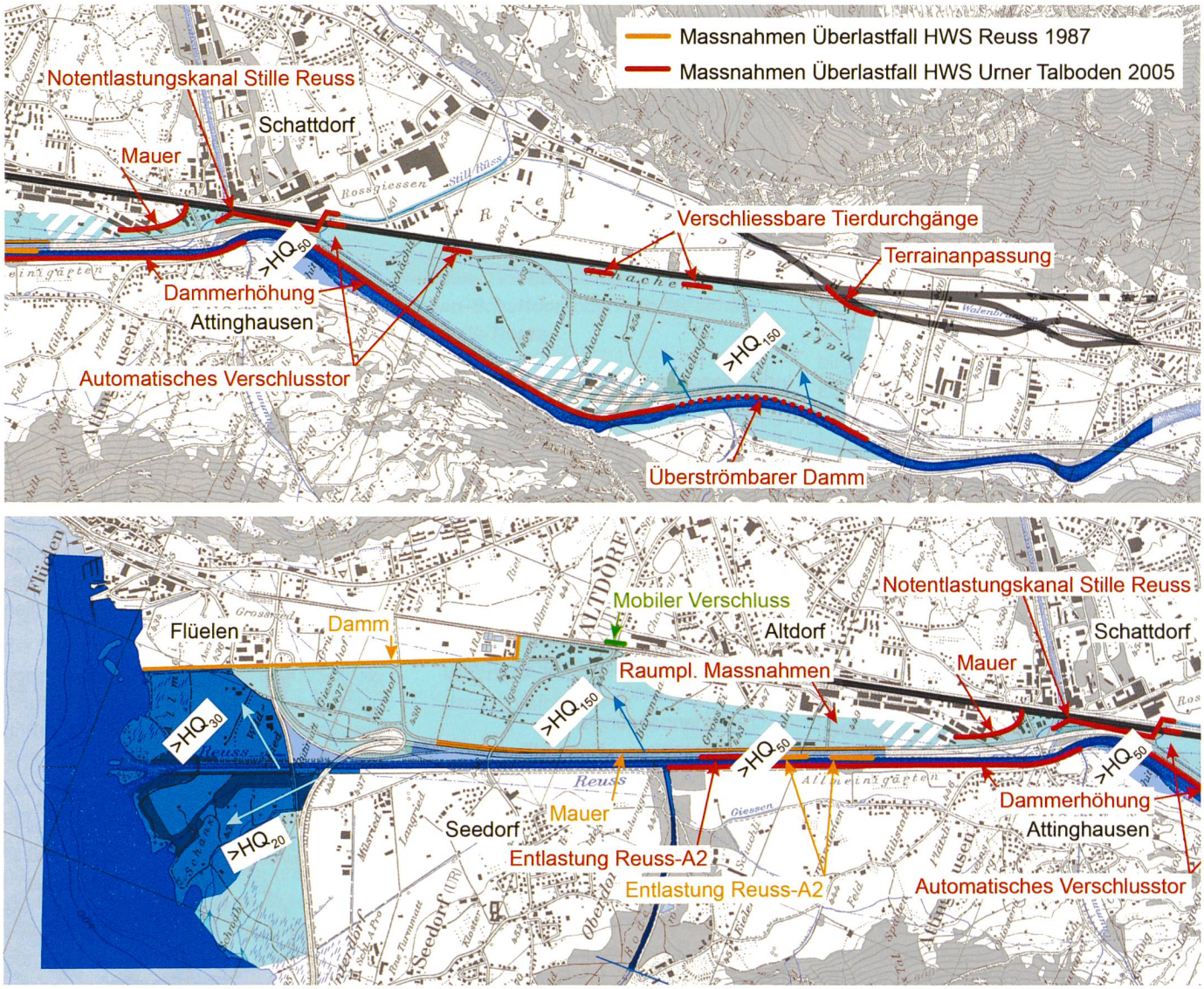


Bild 2. Überlastfall Reuss im Talboden: Massnahmen nach Hochwasser Reuss 1987 (realisiert 1996 bis 2000) und Massnahmen im Rahmen Hochwasserschutz Urner Talboden (realisiert 2010 bis 2016): Bild oben: Erstfeld bis Attinghausen. Bild unten: Attinghausen bis Flüelen.

geführten Berechnungen (siehe weiter unten) ergänzt *(Bild 2)*. Bis zu einem HQ_{20} bleibt der Abfluss der Reuss in seinem Gerinne. Bei grösseren Ereignissen finden im Reussdelta zuerst Ausuferungen linksseitig und danach auch rechtsseitig statt, was die Entwicklung der dortigen Auenwälder begünstigt. Ab einem Reusshochwasser HQ_{50} flutet die Reuss das Gebiet Albenschit oberhalb Attinghausen. Gleichzeitig entlastet die Reuss via Entlastungsanlagen (beidseitig gesicherte Dammscharten) auf die Autobahn A2. Hierzu wird im Rahmen der zugehörigen Alarmorganisation und basierend auf definierten Abflusswerten der Reuss an der Messstation Seedorf der Verkehr auf der A2 rechtzeitig gestoppt. Danach fliesst der entlastete Abfluss im Umfang bis zu 120 m^3/s auf der A2 Richtung Reussdelta. Bei Ereignissen um HQ_{150} entlastet das Wasser zudem via Lärmschutzmauer A2 in die Landwirtschaftsebene und fliesst von da Richtung Reussdelta. Bei Ereignissen grösser als HQ_{150} entlastet schliesslich auch Wasser oberhalb der Schächenmündung via überströmbarer Dammabschnitte auf die A2 und von da auf die Landwirtschaftsebene. Das angrenzend liegende Schwerverkehrszentrum bei der A2 ist ab Ereignissen $HQ_{200-300}$ betroffen.

Insgesamt entsteht somit rechtsseitig der Reuss ein ausgedehnter Flutkorridor von Erstfeld bis Flüelen. Bei Ereignissen kleiner HQ_{300} ist der Korridor im Bereich Mündung «Stille Reuss» unterbrochen, da in diesem Fall das Flutwasser der Reuss hier wieder in die Reuss zurückfliesst. Bei Ereignissen grösser HQ_{300} ist der Korridor zusammenhängend, und ein Teilabfluss fliesst durch das Industriegebiet Eyschachen/Entwicklungsgebiet Bahnhof Altdorf.

Um die schadenintensive Industriezone Rossgiessen in Schattdorf bis zu einem HQ_{300} sowie wenn immer möglich auch bei höheren Abflüssen der Reuss zu schützen, musste der Korridor östlich auf den Damm der NEAT begrenzt werden. Hierzu gehören in Fliessrichtung folgende Massnahmen:

1. Terrainanpassung im Rynächt beim Walenbrunnen
2. Verschliessbare Tierdurchgänge im Damm der NEAT
3. Automatisch und manuell verschliessbare Verschlusstore bei der Strassenunterquerung Riedstrasse und bei der «Stillen Reuss»
4. Im Damm der NEAT integrierter Notentlastungsstollen «Stille Reuss» zur Gewährleistung des Abflusses der «Stillen Reuss» bei geschlossenem Verschlusstor
5. Blockteppich und Blockverbau beim Übergang der Landwirtschaftsebene in das Engnis der «Stillen Reuss» zwischen Reuss/A2 und ATG-Damm bei der SBB-Brücke «Stille Reuss»

Um die tief liegenden Siedlungszonen in Attinghausen vor Einstautiefen grösser 2 m zu schützen, musste der linksseitige Reussdamm auf Seite Attinghausen auf einer grösseren Länge erhöht werden. Unterhalb der Schächenmündung werden bereits überbaute Industriezonen des Entwicklungsgebietes Eyschachen mittels Mauer bis zu einem HQ_{300} geschützt. Für die noch nicht bebauten Zonen weiter nördlich erfolgen raumplanerische Massnahmen resp. baurechtliche Auflagen bezüglich Art und Gestaltung der zukünftigen Überbauungen; dies nicht nur zum Schutz Letzterer, sondern insbesondere auch zur Gewährleistung des Durchflusses der im Flutkorridor abfliessenden Entlastungswassermengen.

Weiter Richtung Norden öffnet sich der Flutkorridor wieder und eine punktuelle mobile Massnahme sowie ein Damm entlang des Altdorfer Giessens verhindern bis zu Hochwassern der Grössenordnung HQ_{200} einen Ausbruch aus dem Flutkorridor.

Für die Entwicklung der Massnahmen im Talboden wurden numerische Überflutungssimulationen mit der Programmsoftware «Mike Flood» des *Danish Hydraulic Institute* (DHI) durchgeführt. Dabei wurden die Gewässer Reuss und «Stille Reuss» sowie die Flutwege Autobahn A2 und Notentlastungskanal «Stille Reuss» eindimensional gerechnet und der flächige Flutprozess im Talboden zweidimensional, wobei die Berechnungen gekoppelt und instationär unter Verwendung der Hochwasserganglinien der Lastfälle HQ_{300} und Extremhochwasser EHQ durchgeführt wurden. Vor Durchführung letztgenannter Berechnungen wurde das Reussgerinne anhand von zahlreich eingemessenen Hochwassermarken vergangener Hochwasserereignisse kalibriert und das Gesamtmodell, basierend auf dem Hochwasserprojekt Reuss 1987, validiert.

3. Stille Reuss

Im Industriegebiet Rossgiessen werden die Ufer entlang der «Stillen Reuss» soweit erhöht, dass ein HQ_{300} inkl. Freibord abgeführt werden kann. Diese Massnahme berücksichtigt den Überlastfall insoweit, als auch ein grösseres Ereignis noch bordvoll abgeführt werden kann resp. die Ausuferungen moderat ausfallen.

Widmung

Wir widmen diesen Artikel *Heinz Willi Weiss*, der sowohl im Nachgang des Hochwassers 1987 wie auch im Nachgang des Hochwassers 2005 massgeblich an der Entwicklung und Realisierung der Hochwasserschutzprojekte im «Urner Talboden» seitens Basler & Hofmann beteiligt war. *Heinz Willi Weiss* verstarb kurz vor Weihnachten 2015.

Anschrift der Verfasser:
Markus Schatzmann, Dr. Ing. ETH, bis 12/2015 Basler&Hofmann AG, ab 1/2016 Straub AG, Hartbertstrasse 10, CH-7000 Chur
Dominik Schenk, Dipl. Bauingenieur ETH, Basler & Hofmann AG, Bachweg 1, CH-8133 Esslingen

Modelluntersuchungen Schächen und daraus abgeleitete Massnahmen

Martin Jäggi, Marius Junker

1. Geschiebeführung des Schächens während des Hochwassers vom 22./23. August 2005

Der Schächenbach erreichte einen Spitzenabfluss im Bereich von 120–130 m^3/s. Er war somit deutlich grösser als der Spitzenabfluss von 1977. Während über sechs Stunden lag der Abfluss über 110 m^3/s und darüber, während über 12 Stunden lag er höher als 100 m^3/s. Wegen dieser langen Dauer war die mitgeführte Geschiebefracht ausserordentlich hoch. Die Reuss konnte vom herangeführten relativ groben Geschiebe nur wenig weiterverfrachten, und der grösste Teil lagerte sich im Mündungsbereich ab. Dies führte zu einer rückwirkenden Auflandung in die Schächenschale mit Ablagerungen von über 2 m (bei 3 m Uferhöhe). Entsprechend uferte der Schächen zuerst im Bereich der Querung der «Stillen Reuss» und dann oberhalb der SBB-Brücke aus (23. August 2005; ca. 2:00 Uhr, resp. ca. 6:00 Uhr).

1.1 Übersicht

Mittels numerischer Simulation konnte das Ereignis in Bezug auf Geschiebeführung rekonstruiert werden. *Bild 1* zeigt das zugehörige Transportdiagramm. Jede Kurve entspricht der kumulierten Geschiebefracht, welche bis zu einem bestimmten Zeitpunkt des Ereignisses entlang des Schächens und des nachfolgenden Reussabschnitts erreicht wurde. Der gesamte Eintrag aus den Seitenbächen und durch Sohlenerosion im Schächen selbst betrug ca. 110 000 m^3 (Geschiebe mit Grobkomponenten bis über 30 cm Durchmesser, ohne Sand und Schlamm). Die Reuss konnte nur etwa 2000 m^3, über den Bereich des Zusammenflusses hinaus, weiterverfrachten.

1.2 Geschiebesammler Stiglisbrücke

Der Geschiebesammler Stiglisbrücke konnte seine Funktion nur teilweise erfüllen. Der Grundablass war etwas zu gross, sodass der Einstau nicht bis zur Überfallsektion reichte und sich nur gegen 30 000 m^3 ablagerten, bei einer Kapazität von ca. 100 000 m^3. Auch verklauste entgegen den Erwartungen die Grundablassöffnung nicht durch Holz. Schliesslich wurde der grösste Teil der Ablagerungen beim Abklingen des Abflusses erodiert und ans Unterwasser abgegeben. So verblieben nur etwa 6000 m^3 Geschiebe im Sammler. Zwar schien zur Zeit der Projektierung des Sammlers eine solch selbsttätige Entleerung eines Geschiebesammlers zur Milderung eines Geschiebedefizits im Unterwasser wünschenswert, doch führte dies bei diesem Ereignis zu einer zusätz-

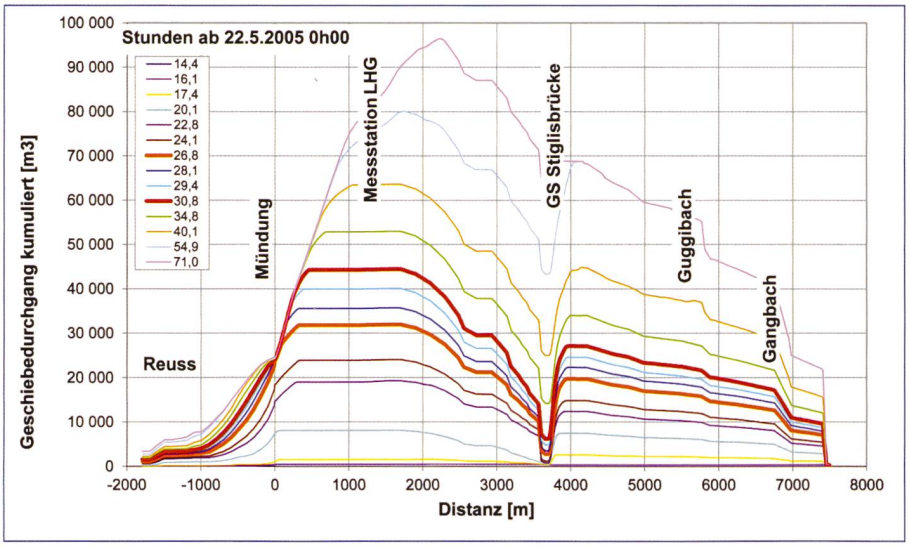


Bild 1. Geschiebetransportdiagramm für das Hochwasserereignis im Schächen vom 22./23. August 2005, durch numerische Simulation des Geschiebetransports ermittelt. Fliessrichtung von rechts nach links. Eine steigende Kurve entspricht Geschiebeeinträgen oder Sohlenerosion. Eine fallende Kurve entspricht Ablagerung. Die dicken Linien (26.8 und 30.8) entsprechen zeitlich dem Beginn der Ausuferungen bei der «Stillen Reuss» resp. ins RUAG-Areal oberhalb der SBB-Brücke.

Bild 2. Der Wassersprung ob der Passerelle markiert die Front der gegen die Fliessrichtung wandernden Auflandungsfront (Aufnahme am 23. August 2005, Vormittag. Copyright TBA Kanton Uri).

lichen Belastung des schon überlasteten Unterlaufs.

Deshalb wurde im Rahmen der vorgezogenen Massnahmen ein Regulierschütz eingebaut.

1.3 Zwischenstrecke Stiglisbrücke bis Schächenschale

Wegen der ausserordentlich hohen Abflüsse und deren langen Auftretensdauer erodierte der Schächen im anschliessenden Abschnitt bis zur Schächenschale die Sohle und die Ufer intensiv und zerstörte Uferverbauungen. Die Sohleneintiefung allein ergab ein Geschiebeaufkommen von ca. 36 000 m^3; diese Menge wurde durch die Ufererosionen und den Eintrag aus dem Näsital etwa verdoppelt. Ein grosser Teil dieser Menge wurde bereits in der Phase mobilisiert, während welcher der Sammler Stiglisbrücke noch Geschiebe zurückhielt.

1.4 Mündung in die Reuss und Schächenschale

In der Reuss lagerten sich auf kurzer Strecke gegen 20 000 m^3 Material ab, was am Ende der Schächenschale zu einer Sohlenhebung von 2.5 bis 3 m führte. Dies führte zu einer rückwirkenden Auflandung, deren Front gegen die Fliessrichtung wanderte und durch einen Wassersprung markiert war *(Bild 2)*. Diese Vorgänge konnten im numerischen Modell nur simuliert werden, indem für den Geschiebetransport eine Formel für den Transport auf glatter Sohle verwendet wurde. Sobald sich Geschiebe auf der glatten Sohle ablagert, erfolgt der Wechsel auf die übliche Formel auf natürlicher Sohle (*Smart* und *Jäggi*, 1983).

Da die Uferhöhe nur 3 m betrug, führte die Ablagerung zum erwähnten Ausufern vorerst im Bereich der «Stillen Reuss» und später oberhalb der SBB-Brücke. *Bild 3* dokumentiert die Ergebnisse der Simulation mit der wandernden Auflandungsfront und dem Anstieg des Wasserspiegels.

In der Simulation wurde das Überströmen der Ufer simuliert. Ähnlich wie beim Ereignis in Brig-Glis von September 1993 reduzierte das ausfliessende Wasser die Transportkapazität des Schächens und fachte die Ablagerung weiter an (*Bezzola et. al.*, 1994).

2. Übersicht über den Geschiebehaushalt für das Dimensionierungsereignis

Das Büro Scherrer AG (*Scherrer*, 2006) analysierte die Hydrologie des Ereignisses. Es definierte für die Dimensionierung der geplanten Bauwerke eine kurze Ganglinie mit einer Spitze von etwa 190 m^3/s und eine lange Ganglinie mit einer Spitze im Bereich von 150 m^3/s, aber einer Dauer von gegen 40 Stunden.

Im simulierten Dimensionierungsereignis führen Einträge aus dem Oberlauf sowie Sohlen- und Ufererosion zu einer Geschiebefracht bis zum Sammler Stiglisbrücke auf gegen 200 000 m^3. Davon wird etwa die Hälfte im Sammler aufgefan-

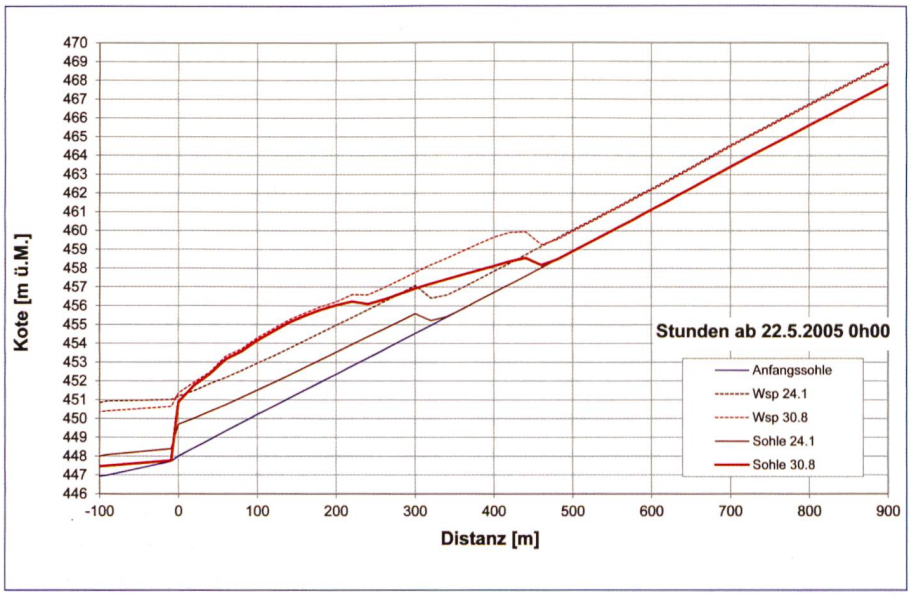


Bild 3. Wasserspiegel und Sohlenlagen gemäss Simulation zum Zeitpunkt des Ausuferns in die «Stille Reuss» (24.1) und ins RUAG-Areal (30.8). Die Uferhöhen betragen 3 m.

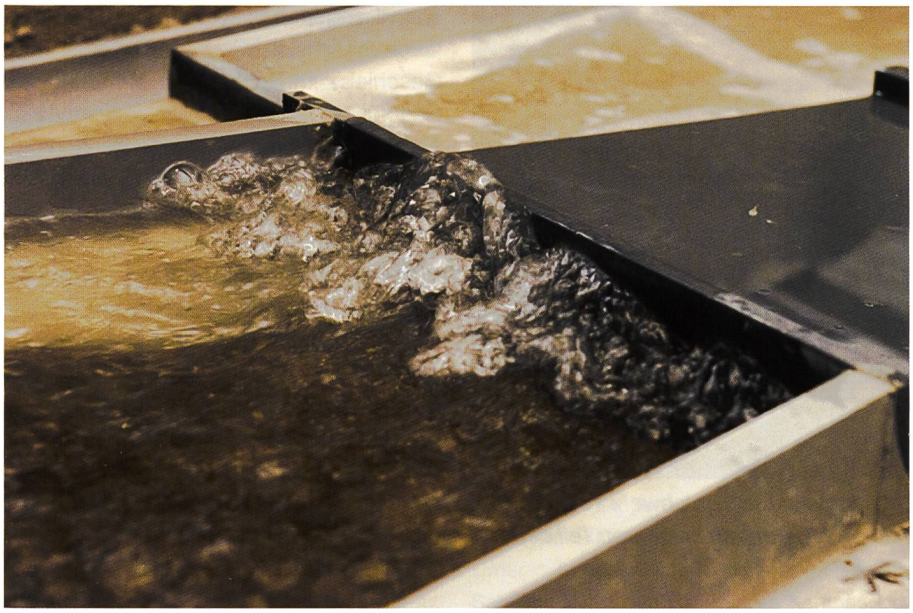


Bild 4. Druckbrücke der SBB-NEAT über den Schächen, Abfluss von 225 m³/s im Modell (Quelle VAW).

gen, während dann in einer zweiten Phase 100 000 m³ über die Überfallsektion weitertransportiert werden. Je nach Grad der Verbauung in der Zwischenstrecke bis zur Schale belasten bis 60 000 m³ aus der Erosion den Unterlauf zusätzlich.

Während der ersten 28 Stunden des Ereignisses lagert sich Geschiebe nur in der Reuss ab (ca. 40 000 m³). Nachher kommt es zur rückwirkenden Auflandung, die den seitlich angeordneten Geschiebesammler auf dem RUAG-Areal anspringen lässt. Schliesslich lagert sich Material weiter bachaufwärts bis 500 m oberhalb der LHG-Messstation ab. Diese Vorgänge können nur dank den nachfolgend beschriebenen Projektelementen schadlos ablaufen.

3. Die Druckbrücke der SBB-NEAT

Die Einhaltung eines üblichen Freibords für ein Dimensionierungsereignis hätte für die SBB-Brücke der NEAT eine massive Hebung des Trassees erfordert, welche für das Längenprofil der Strecke zu einer praktisch nicht realisierbaren Bedingung geführt hätte.

Beim Einlaufquerschnitt der Druckbrücke wird eine Verschalung angeordnet. Die Ufermauern müssen oberwasserseitig angepasst werden. Dies erlaubt den Anstieg des Wasserspiegels bis zur Oberkante der Verschalung, und der Abfluss unter der Brücke gerät unter Druck. Im Fall von starker Geschiebeführung und Ablagerung unter der Brücke nehmen durch die zusätzliche Energie Geschwindigkeit und Schleppkraft zu, wodurch der Querschnitt frei bleibt.

3.1 Vordimensionierung

Im Rahmen eines Gutachtens (*Jäggi*, 2005) wurde für verschiedene Kombinationen von Schächenabfluss und Geschiebeablagerung in der Schale die Machbarkeit einer Druckbrücke aufgezeigt. Ohne Hebung des aktuellen Trassees verbleibt die lichte Höhe unter der Brücke auf 3 m. Verschiedene Lastfälle ergaben einen Aufstau beim Brückeneinlauf zwischen 4 und 5.2 m ab Sohle der Schale. Unter Einrechnung einer gewissen Sicherheitsreserve wurde eine Verschalungshöhe von 3 m vorgeschlagen.

3.2 Numerische Simulation

Im numerischen Modell des Projekts wurde auch die Druckbrücke berücksichtigt. Dazu musste das numerische Modell GESMAT angepasst werden. Unter Druckverhältnissen ist auch die Brückenunter-

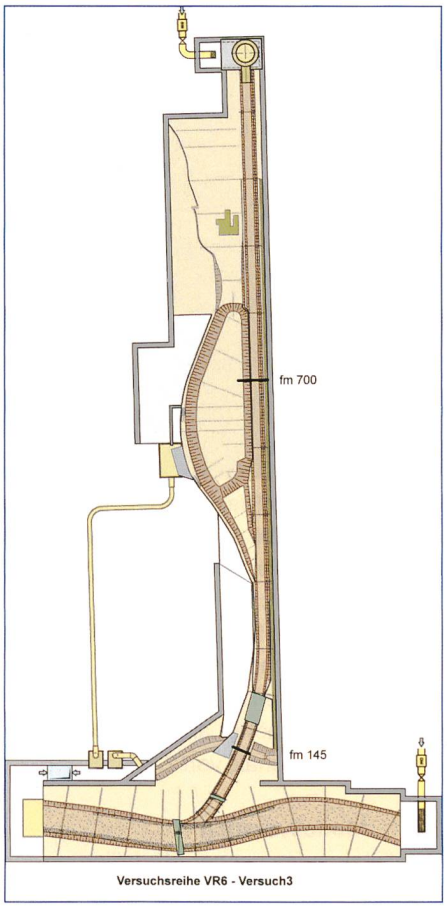


Bild 5. Grundriss der Versuchsanlage HWS «Urner Talboden» (Quelle: VAW).

sicht Teil des benetzten Umfangs. Mit dem bekannten Verfahren nach Einstein (*Einstein*, 1934) kann dies berücksichtigt und der hydraulische Radius der auf die Sohle wirksamen Teilfläche bestimmt werden (*Jäggi*, 2007), der dann in die Geschiebetransportformel eingeführt wird.

Die Energiehöhe oberhalb der Brücke und damit der maximal mögliche Wasserstand lag ca. 1 m unterhalb der Oberkante der Verschalung. Die Differenz zur Energiehöhe im Unterwasser lag bei

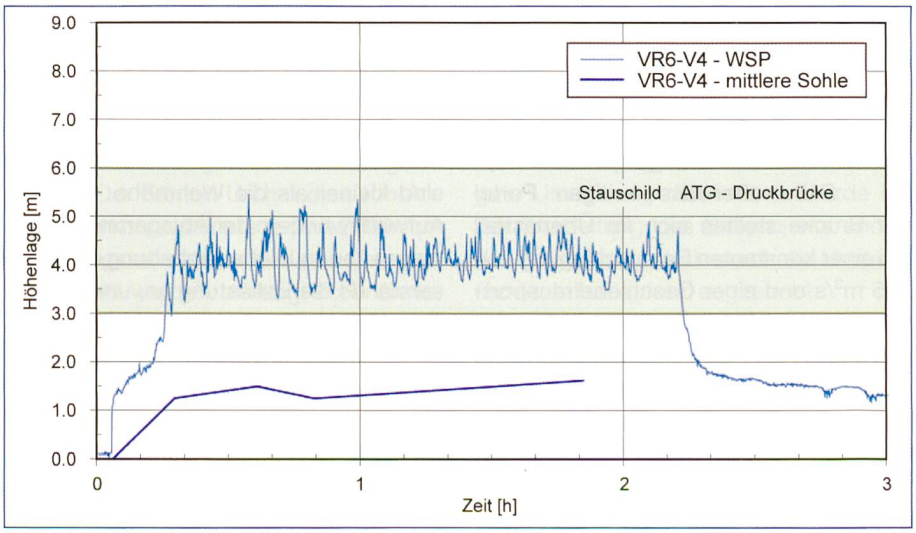


Bild 6. Darstellung der Wasserspiegel- und Sohlenlagen beim Stauschild der Druckbrücke (Quelle: VAW).

Bild 7. Ansicht in Fliessrichtung des Geschiebesammlers und Streichwehrs im physikalischen Modell. Fächerartige Ausbreitung der Ablagerungen im oberen Teil des Sammlers (Quelle: VAW).

etwa 1.3 m. Das für den Geschiebetransport massgebende Gefälle im Bereich der Druckbrücke lag so bei 2.6 % und ist somit deutlich höher als das Sohlgefälle der Schächenschale von 2.2 %.

3.3 Modellversuch

Parallel zur numerischen Modellierung der NEAT-Druckbrücke wurde diese Massnahme anhand eines physikalischen Modells an der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich untersucht. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde das Verhalten der Brücke sowie des gesamten Schutzsystems entlang der Schächenbachschale auf dem untersten Kilometer vor der Einmündung in die Reuss in einem Modell mit Massstab 1:50 analysiert.

Die Ergebnisse der numerischen Simulation in Bezug auf die Prozesse und das Verhalten der Druckbrücke wurden im physikalischen Modell bestätigt. Die Ablagerungsmächtigkeiten im Lichtraumprofil der Brücke variierten in diesen Fällen im Bereich zwischen 1 und 2 m, was ⅓ bis ⅔ der lichten Höhe entspricht. Trotz dieser Reduktion des Abflussquerschnitts konnte der anfallende Abfluss in allen Fällen die Brücke ohne Ausuferungen passieren.

Beim oberwasserseitigen Portal der Brücke stellten sich im Überlastfall bei einer konstanten Beaufschlagung von 225 m^3/s und einer Geschiebetransportrate von ca. 5400 kg/s Wasserspiegellagen ein, die bis 0.5 m unter die Oberkante des Stauschildes reichten *(Bild 5)*. Dabei konnte beobachtet werden, dass das Fliessfeld einer markanten Oszillation unterliegt (siehe *Bild 6*).

Im Unterwasser der Druckbrücke stellt sich eine stehende Welle ein. Sie resultiert aus der sprunghaften Expansion des Fliessfelds beim Übergang zum Freispiegelabfluss. Je grösser die Einstauhöhe im Oberwasser, desto höher stellt sich der Wellenkamm im Unterwasser ein. Die Höhe der Uferberandung sollte auf dieses Phänomen ausgelegt werden.

4. Neugestaltung der Schächenschale und Geschiebesammler für Extremereignisse

4.1 Prinzip und Simulation

Bei einem künftigen Extremereignis im Schächen ist wieder damit zu rechnen, dass sich Geschiebe in der Reuss ablagert und wieder eine Auflandungsfront die Schächenschale hinaufwandert. Beim Durchgang der Front steigt der Wasserstand auf der Auflandung gegenüber der Abflusstiefe auf der glatten Schale schlagartig um über 1 m an. Dies nützt das Projekt mit der seitlichen Anordnung eines Entlastungsraums auf dem RUAG-Areal aus. Ein 200 m langes und 1 m hohes Streichwehr ist am rechten Ufer angeordnet. Das untere Ende liegt 600 m oberhalb der Mündung in die Reuss. Solange sich in der Schale kein Geschiebe abgelagert hat, ist der Abfluss schiessend, und die Abflusstiefen sind kleiner als die Wehrhöhe. Mit dem Aufwärtswandern der Ablagerung springt wegen der deutlichen Anhebung des Wasserstands die Entlastung an, und es wird Geschiebe in den Sammler eingetragen.

Während des Ereignisses von 2005 war die von der Reuss ausgehende Ablagerung teilweise höher als die 3 m hohen Ufer *(Bild 3)*. Das Projekt umfasst deshalb auch eine systematische Erhöhung der Ufer auf 4.5 m, ausser am rechten Ufer im Bereich des Sammlers. Passerellen über den Schächen mussten auch entsprechend angehoben werden. In der Simulation lagert sich wie beim Ereignis 2005 Geschiebe im Bereich der Mündung ab. Es folgt das Aufwärtswandern der Ablagerungsfront. Sobald sie den Bereich des Streichwehrs erreicht, tritt ein Teil das Abflusses und des Geschiebes in den Sammler aus. Die Folge ist eine weitere lokale Anhebung der Sohle auf der Höhe des Streichwehrs, welche die weitere Entlastung von Wasser und Geschiebe fördert.

4.2 Modellversuch

Die dreidimensionalen Prozesse der Geschiebeausleitung und der Füllung des rechtsseitigen, lateralen Geschiebesammlers wurden im physikalischen Modell intensiv untersucht.

Die rückwärts wandernde Auflandung wird durch die Entlastung über das Streichwehr stark verzögert. Erst nach ca. 15 Stunden wird das obere Ende erreicht. In praktisch allen untersuchten Lastfällen wurden dabei rund 70–80 % des anfallenden Geschiebes ausgeleitet und zurückgehalten, d. h. rund 90 000–100 000 m^3.

Ab einem Abfluss Q> 75 m^3/s wird Klarwasser ohne Beeinträchtigung des Geschiebetransports in der Schale über das Streichwehr in den Rückhalteraum ausgeleitet. Es kommt zu einer Seebildung. Sobald die Rückwärtsauflandung das talseitige Ende des Streichwehrs erreicht hat, wird infolge der höheren Sohlenlage sprunghaft mehr Abfluss der Wildbachschale entzogen. Die Transportkapazität wird dadurch schlagartig weiter reduziert, wodurch praktisch die gesamte anfallende Geschiebefracht in den Sammler umgelenkt wird.

Ein kleiner Anteil der Geschiebefracht verbleibt in der Schale und nährt die Ablagerungsfront und somit das langsame Fortschreiten der Ablagerung entgegen der Fliessrichtung. Dieser Prozess führt dazu, dass sich das Geschiebe zuerst schicht- und danach fächerartig von unten nach oben im Sammler ausbreitet *(Bild 7)*.

Der in den Sammler gelenkte Abfluss wird über einen Auslass wieder in die Wildbachschale zurückgeleitet. Dabei wurde in keiner Versuchskonfiguration Geschiebe mitgeführt. Vielmehr wurde durch die Einleitung des Klarwasserabflusses in die Schale, diese von den bestehenden Ablagerungen komplett freigeräumt.

4.3 Treibholz

Im Rahmen der Untersuchung des Überlastfalls wurden Schwemmholzversuche durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass der laterale Geschiebesammler in der Lage ist,

einen grossen Teil des anfallenden Treibholzes zurückzuhalten, da sich von Beginn weg im oberen Teil des Sammlers eine Zirkulationsströmung entgegen der eigentlichen Fliessrichtung einstellt. Der grösste Teil des Schwemmholzes wird auf dem Ablagerungskörper festgehalten, ein bedeutend kleinerer Anteil gelangt über die Rückführung zurück in die Schale.

Bei der Druckbrücke stellten sich im Zuge der physikalischen Modellversuche keine kritischen Zustände in Bezug auf Verklausungen von Schwemmholz ein. Am grössten ist die Belastung, wenn die Auflandungsfront unter der Brücke hindurch wandert, bis die Entlastung in den Sammler beginnt. Dabei waren temporäre Teilverklausungen möglich, die aber die Funktion der Brücke nicht infrage stellten.

Hinweis

Die numerischen Simulationen wurden durch das Ingenieurbüro *Idealp sàrl*, Sitten, mit dem eigenen Programm GESMAT durchgeführt.

Literatur

Bezzola, G.R., Abegg, J., Jäggi, M. 1994: Saltina Brücke Brig-Glis, Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 11, 165–169.

Jäggi, M. 2005: Tieferlegung der Schächenbrücken, Gutachten zur Machbarkeit in Bezug auf die Hochwassersicherheit, Amt für Tiefbau des Kantons Uri, März (unveröffentlicht).

Jäggi, M. 2006: Unwetter vom 22./23. August 2005, Schächen und Reuss, Amt für Tiefbau des Kantons Uri, September (unveröffentlicht).

Jäggi, M. 2007: Sediment transport capacity of pressure flow at bridges, Proceeding of the 32nd congress of the International Association for Hydraulic Research and Engineering, Topic A.2.b linear transport, July 1–6, Venice, Italy.

Jäggi, M. 2008: «Hochwasserschutzkonzept Urner Talboden», Geschiebesimulationen Schächen, Amt für Tiefbau des Kantons Uri, Februar (unveröffentlicht).

Scherrer, S. 2007: Hydrologische Grundlagen für den Hochwasserschutz des Urner Talbodens und das Generelle Projekt, Amt für Tiefbau des Kantons Uri (unveröffentlicht).

Smart G.M., Jäggi M. 1983: Sedimenttransport in steilen Gerinnen. Sediment Transport on Steep Slopes. Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Nr. 64.

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, 2009: Bericht Nr. 4238, «Hochwasserschutz Urner Talboden» – Physikalische Modellversuche Schächen (unveröffentlicht).

Anschrift der Verfasser

Martin Jäggi, PD Dr. Kulturingenieur ETH,
Flussbau und Flussmorphologie,
Alte Zürichstrasse 3, CH-8124 Maur

Marius Junker, Dipl. Geomatikingenieur ETH,
Basler & Hofmann AG, Bachweg 1,
CH-8133 Esslingen

Die Umwelt und ihr Stellenwert im Hochwasserschutzprojekt

Christoph Könitzer

1. Ausgangslage

Das Hochwasserschutzprojekt liegt in einem ökologisch sensiblen und heute stellenweise naturfernen Raum im Unteren Reusstal. Der Schuttkegel des Schächens und das in diesem Bereich flache Reusstal sind heute weitgehend entwaldet. Neben ausgedehnter Wohn- und Arbeitsnutzung wird hier viel Landwirtschaft betrieben. Strassen- und Eisenbahnlinien von lokaler bis internationaler Wichtigkeit queren den Projektperimeter. Sie sind teilweise schon länger Teil von Hochwasserschutzmassnahmen – und sie sind gleichzeitig auch gefährdet durch Naturgefahren verschiedener Art. Im Osten und Westen ragen bewaldete und sehr steile Berghänge in die Höhe. Sie begrenzen den durch Hochwasser gefährdeten Raum gleichermassen wie sie die Hochwasserfluten in diesen hinunterleiten. Die regionale terrestrische Vernetzung im Projektperimeter war vor Projektbeginn teilweise stark eingeschränkt, die aquatische Vernetzung von Reuss und Schächen durch die feste Verbauung von Sohle und Böschungen im untersten Teil des Schächens seit vielen Jahren unterbrochen.

Die grosse Anzahl an unterschiedlichen, intensiven und sich teilweise räumlich überschneidenden Nutzungen führt dazu, dass den Umweltaspekten im Projekt eine sehr grosse Bedeutung zukommt. Der Kanton Uri hat dies von Anfang an erkannt. Bereits in dem 2006 vom Regierungsrat verabschiedeten Generellen Projekt wurden umfangreiche ökologische und umweltrelevante Ziele für das Projekt definiert:

- Der Erhalt von natürlichen und naturnahen Fliessstrecken
- Die Ausdehnung und die ökologische Optimierung der Gewässerräume
- Die Aufrechterhaltung des natürlichen Geschiebetransports
- Die Kompensation und die ökologische Aufwertung von Verbauungsmassnahmen entlang der Fliessgewässer.
- Die Verbesserung von terrestrischer und aquatischer Vernetzung, speziell entlang von Schächen und «Stiller Reuss»
- Die Grundlagenerarbeitung für das Vorhaben «Raumentwicklung Unteres Reusstal»

Eine möglichst umfassende und gute Umsetzung dieser Ziele wurde bei der Erarbeitung des Bauprojekts und in der Realisierung auch durch die Umweltfachleute fortlaufend angestrebt.

1.1 Planung

Als Bestandteil des Generellen Projekts wurde bereits 2006 eine Voruntersuchung zur Umweltverträglichkeit mit Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung abgeschlossen. Darin werden die wichtigsten Untersuchungsinhalte für die Hauptuntersuchung definiert, welche ihrerseits paral-

lel zur Erarbeitung des Bauprojekts bis im März 2008 durchgeführt wurde.

Dank dem permanenten und direkten Einbezug der Umweltteams während der Projektentwicklung konnten umweltrelevante Fragestellungen und Probleme frühzeitig angegangen und mit den zuständigen Behörden und weiteren Akteuren diskutiert werden. Auf diese Weise konnten gute und allgemein akzeptierte Lösungen gefunden und ins Projekt integriert werden. So konnten Verzögerungen oder gar grössere Planungsiterationen verhindert werden.

Wenig überraschend erwies sich die Frage von Flächenverbrauch und -ersatz als die grosse Knacknuss aus Umweltsicht. Die Hochwasserschutzmassnahmen beanspruchen teilweise grosse Flächen Wald, Landwirtschaftsland oder Bauland. Insgesamt wurden durch das Projekt rund 36 Hektaren Land vorübergehend oder definitiv beansprucht.

Die Auswirkungen des Projekts auf die Bevölkerung wurden für die Bauphase insgesamt als grösser beurteilt als für die Betriebsphase. Zur Minimierung der allgemeinen Belastung wurden diverse spezifische Massnahmen definiert, für deren Umsetzung eine Umweltbaubegleitung (UBB) vorgeschlagen wurde.

In der Hauptuntersuchung konnte abschliessend das Fazit gezogen werden, dass das Vorhaben unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Massnahmen umweltverträglich realisiert werden könne. Diese Einschätzung wurde von den zuständigen Behörden von Kanton und Bund bestätigt.

Die langfristige Sicherung von Umweltmassnahmen und derer positiven ökologischen Wirkungen ist ein wichtiger Bestandteil des Projekts. Aus diesem Grund wurde im Verlauf des Projekts und in Zusammenarbeit mit dem BAFU ein «Arbeitsprogramm Erfolgskontrolle der Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen für ökologische Mehrleistungen» erarbeitet. Darin wurden für über zwanzig Massnahmen Kriterien für die Erfolgskontrolle bestimmt und ein Umsetzungsprogramm erstellt. Das Programm startet 2016 und läuft bis Ende 2023.

1.2 Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen

Im Rahmen des Projekts war eine Vielzahl von Massnahmen umzusetzen und durch die UBB sicherzustellen. Die Auswirkungen auf die Umwelt konnten so kompensiert werden. Als Beispiele werden zwei grössere Ersatz- und Ausgleichsmassnahmen aufgeführt:

Die Wiederherstellung der aquatischen Vernetzung zwischen Reuss und Schächen wurde als Umgehungsgerinne der Schächenschale konzipiert. Aufgrund verschiedener Einsprachen musste jedoch auf das neue Gewässer verzichtet werden. Als Ersatz wurden bei Erstfeld zwei Flächen ökologisch aufgewertet und anschliessend als kantonale Naturschutzgebiete in ihrer neuen Qualität langfristig gesichert.

Als weitere Ersatz- und Ausgleichsmassnahme wurde der Unterlauf der «Stillen Reuss» im Rahmen der Verschiebung ihrer Mündung in die Reuss als naturnahes Fliessgewässer auf einer Strecke von mehreren Hundert Metern teilweise neu gebaut. Die Fläche zwischen Autobahn und Kantonsstrasse konnte dank einer Strassenverlegung vergrössert werden und wird heute vollständig von Bach und Gewässerraum beansprucht. Das abschnittweise Ausbringen von geeignetem Sohlensubstrat für die Laichablage war erfolgreich, konnten doch seither in allen Wintern Laichgruben von See- und Bachforellen nachgewiesen werden.

1.3 Realisierung

Die Bauherrschaft beauftragte eine Arbeitsgemeinschaft mit der Umweltbaubegleitung. Projektumfang und -dauer erlaubten es, themenspezifische Checklisten, Notfallkonzepte und weitere Dokumente zu erarbeiten, welche in der Folge in allen Losen bedarfsgerecht eingesetzt werden konnten. Unter anderem wurden Checklisten in den Bereichen «Technischer Gewässerschutz – Baustellenkontrollen», «Natur und Landschaft für Baupersonal» und «Baustellenpräsenz Wald Natur Landschaft» erarbeitet. Ergänzt wurden diese Arbeits- und Hilfsinstrumente durch standardisierte Berichtsvorlagen für das regelmässige Reporting an die Bauherrschaft.

Die UBB begleitete und kontrollierte die Arbeiten in allen Losen bedarfsgerecht. Dieses Vorgehen hat sich sehr bewährt, indem mit Fortschreiten der Arbeiten zunehmend Synergien zwischen den Losen genutzt werden konnten. Auch die Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen auf den Baustellen und den kantonalen Fachstellen war nach kurzer Zeit gut eingespielt, was für Projekt und Umwelt sehr positive Auswirkungen hatte.

1.4 Bilanz

Die Gesamtbilanz des Hochwasserschutzprojekts «Urner Talboden» fällt heute aus ökologischer Sicht positiv aus. Es kann davon ausgegangen werden, dass die im Bereich Umwelt unternommenen grossen Anstrengungen mittel- und langfristig noch stärker positive Auswirkungen zeigen werden. Dank der geplanten Erfolgskontrolle

Bild 1. Neuanlage und Verlängerung Gerinne und Gewässerraum der Stillen Reuss (Foto Sigmaplan).

Bild 2. Rechtsufrige Aufweitung an der Stillen Reuss (Foto Duwaplan).

können diese bewertet und dokumentiert werden.

Der Kanton hat ökologische und umweltrelevante Ziele definiert, die im Rahmen des «Hochwasserschutzprojekts Urner Talboden» zu realisieren waren. Gemessen an den sehr umfangreichen, viel zusätzlichen Raum in Anspruch nehmenden und komplexen baulichen Massnahmen und dem sehr dicht und vielfältig genutzten Raum im Projektperimeter konnten die hochgesteckten Ziele zu weiten Teilen erreicht werden.

- Der Gewässerraum konnte vielerorts vergrössert werden. Eine ökologische Optimierung konnte nicht überall, aber vielerorts erreicht werden. Entlang des neuen Verlaufs der Stillen Reuss wurde die Chance genutzt, ein naturnahes Gerinne mit einem gewässergerecht ausgestatteten Gewässerraum zu realisieren.
- Der natürliche Geschiebetransport bleibt im Normalbetrieb erhalten. Nur nach sehr grossen Ereignissen mit Geschiebeaufstau in der Schächenschale oder sogar Geschiebeeintrag in den neuen Geschiebesammler wird Geschiebe künstlich abtransportiert werden müssen.
- Die ökologische Aufwertung von neuen oder geänderten Verbauungsmassnahmen wurde entlang der Stillen Reuss und der Reuss wo möglich umgesetzt. Am Schächen war der diesbezügliche Spielraum eher gering.
- Die Verbesserung von terrestrischer und aquatischer Vernetzung, speziell entlang von Schächen und Stiller Reuss, konnte nicht wie vorgesehen umgesetzt werden. Die im Umweltbericht vorgeschlagenen Massnahmen konnten weitgehend umgesetzt werden. Die teilweise starken Auswirkungen auf die umliegenden Gebiete konnten so zwar nicht verhindert, aber stark reduziert und in der Regel auf ein vertretbares Mass gesenkt werden. Die ergänzend dazu erfolgte Information der Bevölkerung zu Art und Dauer der nächsten Bauetappen führten zu einer insgesamt hohen Akzeptanz der Unannehmlichkeiten in der Bevölkerung.

Anschrift des Verfassers:
Christoph Könitzer, Dipl. phil. nat. Geograph, Sigmaplan AG, Thunstrasse 91, CH-3006 Bern

Gestalterische Begleitung

Pascal Sigrist

Im Rahmen unserer Arbeit innerhalb der Beratungsgruppe für Gestaltung (BGG) für ein einheitliches Erscheinungsbild und die Integration der neuen Bahnlinie AlpTransit Gotthard (ATG), von Altdorf bis Vezia vor Lugano, wurden wir vom Amt für Tiefbau des Kantons Uri beauftragt, auch einen Teil der Bauwerke des Hochwasserschutzprojekts «Urner Talboden» zu begleiten. Es wäre in der Tat unverständlich gewesen, zum Beispiel bei der Druckbrücke Schächenbach einen gestalterischen Mehrwert zu schaffen, ohne dessen Fortsetzungen bergaufwärts bis zum Geschiebesammler im RUAG-Areal und bergabwärts bis zur Mündung in die Reuss berücksichtigen zu können. Oder wie würden die Bahnbrücke Stille Reuss und die anschliessenden Stützmauern heute aussehen, wenn sie völlig unabhängig vom direkt anschliessenden Notentlastungskanal hätten geplant werden müssen? Eine gegenseitige respektvolle Bearbeitung aller Bauelemente in diesem engen Raum drängte sich förmlich auf.

Auch wenn das Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden» sich über mehrere Kilometer zieht und viele Teilabschnitte umfasst, bestand von Anfang an der Wunsch der Bauherrschaft, dass es im Betriebszustand vom Erscheinungsbild her als Gesamtbauwerk wahrgenommen wird. Durch das Umsetzen eines einheitlichen, typologisch konsequenten Konzeptes der Landschafts- und Bauwerkgestaltung kommt dies dauerhaft zum Ausdruck. Es wurde Wert darauf gelegt, dass die einzelnen Bauwerke und Anlageteile eine Einheit bilden, indem ihre Querschnitte ineinander fliessen.

Bei der konkreten Anwendung versuchte man in einem ersten Schritt jeweils, möglichst früh in der Projektierung sämtliche Anforderungen (Hochwasserschutz, Rohbau, örtliche Gegebenheiten, Umwelt, Sicherheit, Unterhalt usw.) an ein Bauwerk zusammenzutragen, damit dieses im fertigen Zustand nicht einfach als etappenweise Ansammlung von Problemlösungen in Erscheinung tritt. In einem zweiten Schritt wurde jedes einzelne Bauwerk in Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Ingenieuren und Spezialisten integral so bearbeitet, dass schlussendlich dessen Gestaltung bzw. dessen Form allen Bedürfnissen ausgewogen Rechnung trägt. Die Gestaltung wird nicht als nachträglich aufgetragenes dekoratives Element verstanden, sondern als Resultat einer interdisziplinären Zusammenarbeit, als präzise Antwort auf präzise Fragen. Ebenfalls im Sinne der gewünschten Homogenität ist die Materialisierung der Kunstbauten bewusst auf das nötige Minimum reduziert, hauptsächlich Beton, Material aus dem die tragenden Strukturen bestehen, und ein wenig Stahl. Im ganzen Bearbeitungsprozess, von der Neukonzipierung von Landschaftsteilen bis hin zur Bauwerkgestaltung, waren auch die unterschiedlichen Massstäbe, denen die Bauten gerecht werden müssen, von grosser Bedeutung, sei es der Massstab der Technik (Hochwasserschutz, Hydraulik), derjenige der Menschen in den Aufenthaltsbereichen oder derjenige der omnipräsenten Berge.

Das Hochwasserschutzprojekt ist nicht einfach ein nötiges Übel als Konsequenz der Überschwemmungen von 2005, sondern wurde ebenfalls als Chance wahrgenommen, ganze Landschaften neu zu definieren und etwas mehr Ordnung in einer zum Teil zerstückelten und zersiedelten Umgebung zu schaffen. Das gebaute

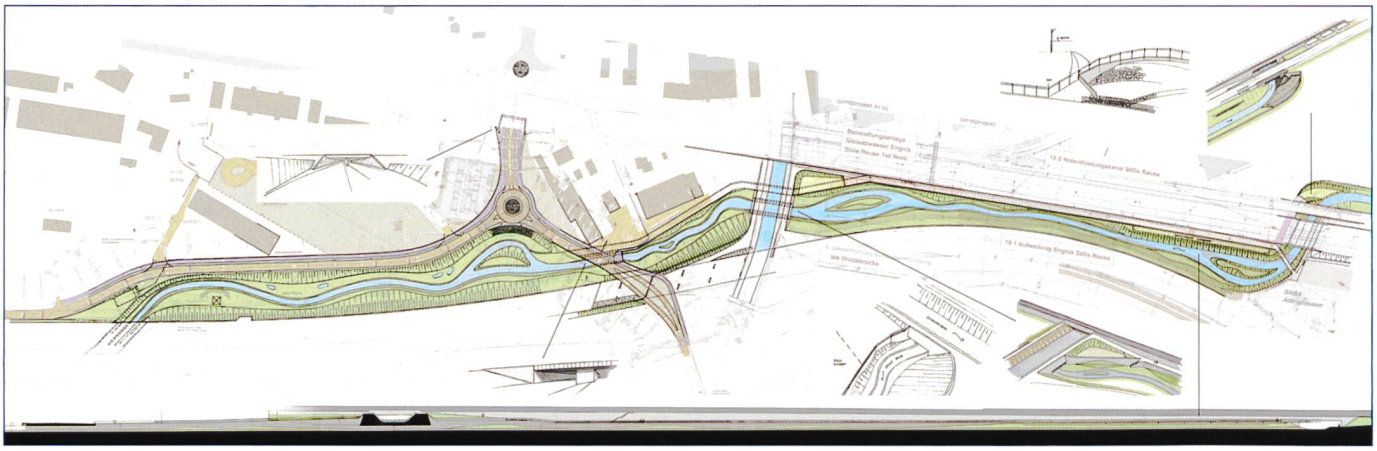


Bild 1. Prinzipskizze zur Gesamtgestaltung im Raum Schächenmündung.

Projekt ist das Resultat eines gelungenen Zusammenwirkens von Bauherrschaft, Ingenieuren aller Sparten und Architekten mit den Verantwortlichen der Realisierung. Ein Beispiel, das diese integrale Planung besonders gut illustriert, ist der Notenlastungskanal der «Stillen Reuss» und dessen Umgebung. Es waren dort drei Bauherren (Kanton, ATG und SBB) involviert, für die Planung des Rohbaus vier Ingenieurbüros und für die Umsetzung zwei Bauunternehmer. Es handelt sich um ein homogenes Gebilde, das beim Einlaufbauwerk beginnt, die Gleise unterquert, dann parallel zu diesen verläuft, unter dem Schächenbach durchführt und erst beim Auslauf an der Attinghauserstrasse endet, das Ganze auf über 710 Metern Länge, unterteilt in drei Lose. Auf der Ostseite befinden sich jeweils die linearen und schlichten Geometrien der Kunstbauten und auf der Westseite die renaturierte Landschaft der «Stillen Reuss», deren wellenförmige Böschungen sich an die Betonwand des Notentlastungskanals anschmiegen, immer mit den beeindruckenden Bergkulissen im Hintergrund, allen voran derjenigen des Bristens. Jetzt, wo alles fertiggestellt ist, verschmelzen die zahlreichen Grenzen zwischen den Abschnitten des Hochwasserschutzes und der Bahn, selbst für den genauen Betrachter kaum erkennbar.

Durch ihre unmittelbare Nähe hatten die Objekte von AlpTransit Gotthard von der Formensprache her zwangsläufig einen gewissen Einfluss auf Teile des Hochwasserschutzprojekts im «Urner Talboden». Andererseits widerspiegelt sich die Arbeit an einigen Abschnitten des Hochwasserschutzes in der späteren Entwicklung von Kunstbauten mit gleicher Funktion entlang des neuen Bahntrassees im Tessin. Es ist also nicht überraschend, Elemente aus den sagenumwobenen Landschaften von Uri, die *Goethe, Schiller, Liszt, Wagner* und so viele andere inspirierten, auf der anderen Seite des Gotthards wiederzuerkennen, sei es im Raum Biasca oder Camorino, an Bauwerken, unter denen Wasser Richtung Süden fliesst, weit in die Ferne, in das Land wo die Zitronen blühn. Auch wenn ortsbezogen geplant, tief verankert in die lokalen Gegebenheiten, gehört das Hochwasserschutzprojekt gleichzeitig ein wenig zu den einheitlichen Bauten entlang der Hochgeschwindigkeitslinie der Bahn durch den Gotthard, wie eine Perle einer homogenen Kette, und trägt somit in einem gewissen Mass dazu bei, die Nordsee und das Mittelmeer etwas näher zusammenrücken zu lassen.

Anschrift des Verfassers:
Pascal Sigrist, dipl. Architekt ETH, Feddersen & Klostermann, Städtebau, Architektur, Landschaft, CH-8001 Zürich

Bollwerke gegen Reuss und Schächen

Werner Bachmann, Rolf Stärk

Die von Schächen und Reuss bedrohte Ebene von Schattdorf wird von der «Stillen Reuss» entwässert, die, wie es der Name sagt, als «stilles» Gewässer den Charakter eines Talvorfluters hat. Auch im Ereignisfall muss ein sicherer Abfluss gewährleistet werden, was in den Jahren 1977 und 2005 nicht der Fall war.

Bei einer Überflutung der Talebene zwischen Erstfeld und Schattdorf durch die Reuss bildet der Damm der NEAT die Verteidigungslinie (siehe «Beherrschung Überlastfall und Überflutungsmodellierung»). Doch es gibt in diesem Dispositiv einen grossen Schwachpunkt, denn die «Stille Reuss» muss, um in die Reuss zu gelangen, den Bahndamm queren. Die Lösung besteht im Notentlastungskanal und einem Tor an der SBB-Brücke über die Stille Reuss. Dieser Torverschluss leitet einerseits das Wasser der Stillen Reuss in den Notentlastungskanal und gleichzeitig verhindert er, dass übergelaufenes Reusswasser durch das Bachbett der «Stillen Reuss» ins Schattdorfer Industriegebiet dringt.

1. Durchlass «Stille Reuss» unter Schächen

Der alte Durchlass der Stillen Reuss unter dem Schächenbach aus dem Jahre 1910 bestand aus einem Bogentragwerk von 9.5 m Spannweite aus unbewehrtem Beton

Bild 1. Erstellen der Bohrpfähle im Schächen.

Bild 2. Bauzustand mit Stahlwand für Wasserhaltung, in der Mitte noch sichtbar der alte abzubrechende Bogendurchlass.

Bild 3. Ansicht neuer Durchlass Stille Reuss unter dem Schächen hindurch.

mit massiven Betonwiderlagern. Der neue Durchlass weist eine zweifeldrige Betonplatte mit gleichmässigen Spannweiten von 2×13.25 m auf. Die Dicke der Platte beträgt im Feld 0.90 m und 1.40 m über der Mittelabstützung. Die beiden Seitenwände werden durch eine 1.25 m dicke, überschnittene Bohrpfahlwand gebildet. Die Mittelabstützung erfolgt analog. Die angeschnittenen Füllpfähle sind unbewehrt und reichen ca. 1.0 m unter die Sohle der «Stillen Reuss». Die bewehrten Pfähle sind entsprechend den vertikalen Lasten tiefer im Schächenschotter eingebunden und fundiert. Die Betondecke ist schlaff bewehrt und verläuft parallel zur Schächensohle. Die Brückenplatte wurde auf eine Erdauflast von 5 m Aufschüttung mit zusätzlicher Nutzlast von 15 kN/m^2 ausgelegt. Der Notentlastungskanal wurde ohne tragende Funktion der Decke im östlichen Feld des Durchlasses nachträglich eingebaut.

Der Bau der neuen Unterführung für die «Stille Reuss» unter dem Schächen war anspruchsvoll und mit gewissen Risiken verbunden und konnte nur in Etappen jeweils im Winter ausgeführt werden. Für das Winterhalbjahr wurde die Wasserhaltung entsprechend einem 100-jährigen Ereignis auf 60 m^3/s ausgelegt; am 10. Oktober 2011 kamen aber 63 m^3/s, die zum

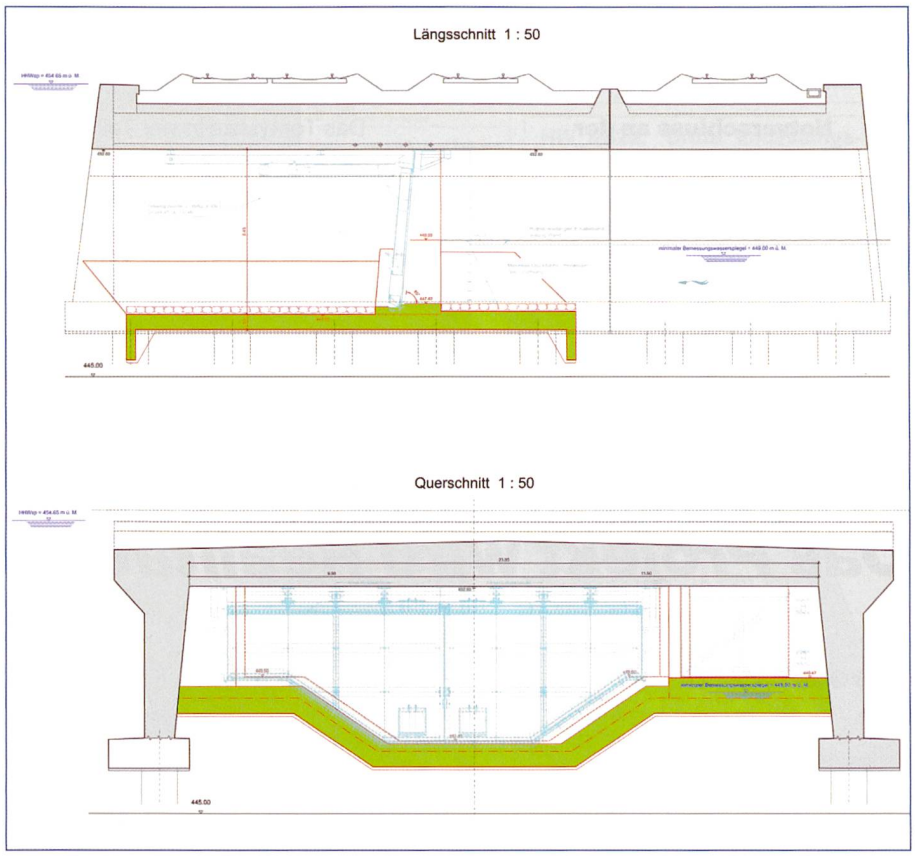


Bild 4. Skizzen (oben) und Foto des Hydraulischen Notverschlusses unter SBB-Brücke Stille Reuss.

Glück schadlos abflossen. Der Schächen wurde jeweils auf eine Seite umgeleitet, sodass auf der frei werdenden Uferseite die Bohrpfähle (insgesamt 112) abgeteuft, das alte Gewölbe abgebrochen und die neue Decke betoniert werden konnte. Der Durchlass wurde in Deckelbauweise in drei Etappen erstellt. In der 1. Etappe wurden die Bohrpfähle ab temporären Schüttungen durch die Schächensohle hindurch abgeteuft und betoniert. In der 2. und 3. Etappe wurde die Deckenplatte betoniert. Der Aushub für die Unterführung erfolgte unter der fertigen Decke. Im Sommerhalbjahr wurden keinerlei Einschränkungen der Durchflussmenge des Schächens akzeptiert und deshalb auch keine Arbeiten im Bereich des Schächens ausgeführt.

2. Notverschluss an der Stillen Reuss

Der Notverschluss ist zweiteilig. Der erste Teil besteht aus einer an der Decke aufgehängten Stahlklappe. Um den Anpressdruck bei Hochwasser zu erhöhen, ist die Torwand um 5 Grad aus der Vertikalen geneigt. Es kann aber auch passieren, dass auf der «falschen», d.h. der Schattdorfer Seite der Wasserstand höher ist. In solchen Fällen kann das Wasser durch zwei Rückschlagklappen im Tor durchfliessen, ohne den Verschluss zu öffnen. Die Klappe ist an der Decke mechanisch gesichert. Beim Absenken muss die Verriegelung gelöst und das Ventil am Hydraulikapparat geöffnet werden. Die Klappe wird mit einem Seilzug durch das Eigengewicht in ca. 10 Minuten abgesenkt. Das Öffnen der Klappe erfolgt hydraulisch mit der eingebauten Elektropumpe.

Der zweite Teil des Verschlusses versperrt den seitlichen Geh- und Radweg. Hier ist ein Flügeltor eingebaut, das ebenfalls hydraulisch betätigt wird.

Das Tor wurde in vier Teilen angeliefert, vor Ort zusammengesetzt und montiert. Die grösste Herausforderung waren die Bohrungen für die Schubdübel an der vorgespannten SBB-Brücke. Dazu waren umfangreiche statische Nachweise und die schriftliche Genehmigung des Bundesamtes für Verkehr notwendig. Es musste peinlich darauf geachtet werden, dass die Vorspannkabel nicht verletzt werden. Die Bohrlöcher wurden von Spezialisten mittels Bauwerk-Scanning angezeichnet und anschliessend mit einer Kleinbohrung von 10 mm sondiert, bevor sie mit einer Diamantkernbohrung von 180 mm Durchmesser ausgeweitet wurden.

Technische Daten zum Notverschluss:

Torgewicht	ca. 22 t
Torlänge	11.90 m
Torhöhe	5 m
Stauhöhe Seite Reuss	454.05 m ü. M.
Minimaler Wasserspiegel Seite Ost	449.00 m ü. M.
Wasserspiegeldifferenz	5.65 m

Adresse der Verfasser:
Werner Bachmann, Dipl. Bauingenieur FH, Synaxis AG, Marktgasse 4, CH-6460 Altdorf
Rolf Stärk, Dipl. Bauingenieur ETH, Synaxis AG, Marktgasse 4, CH-6460 Altdorf

Das Projekt wird Realität, Bauausführung

Peter Gisler

Die Planung, Bewilligung und Vorbereitung eines grossen Bauvorhabens dauert relativ lange, aus dem Blickwinkel der Verantwortlichen zu lange. Der Gedanke: «Schaffen wir es bis zum nächsten Hochwasser?», ist permanent im Hinterkopf. Eine gute Prioritätenordnung kann helfen, die kritische Phase zu verkürzen. Die erste Priorität lag deshalb beim Schächen, sowohl bei der Reduktion des Geschiebeanfalls auf der Strecke zwischen dem Geschiebesammler Stiglisbrücke und der Schächenbrücke in Schattdorf (Los A) als auch bei der Schaffung von zusätzlichem Auffangvolumen (Los B). In die gleiche Kategorie gehört die bessere Sicherung der «Stillen Reuss» bei der Querung mit dem Schächen (Los C). Die Massnahmen an der «Stillen Reuss» in Schattdorf und an der Reuss wurden in der zweiten Bauhälfte realisiert.

1. Aufsplittung in Teilprojekte und Baulose

Neben den soeben beschriebenen Prioritäten wurde nach Möglichkeit darauf geschaut, auch umfangmässig kleinere Baulose (≤ 8 Mio. Franken) auszuscheiden, sodass kleinere und mittlere Bauunternehmungen aus der näheren Umgebung eine Chance haben, Aufträge zu erhalten.

Los A: Stiglisbrücke-Gotthardstrasse
- Sohlschwellen im Schächen
- Brüstungsmauer längs Klausenstrasse beim Kraftwerk Bürglen
- Verstärkung Ufermauern, Fugensanierung

Los B: Abschnitt RUAG
- Geschiebesammler in RUAG Areal (B1)
- Sekundärdamm längs Schächenwaldstrasse (B1)
- Erhöhung linkes Schächenufer (B2)

Los C: Durchlass Stille Reuss unter Schächen
- Abbruch alter Durchlass
- Neuer, erweiterter Durchlass

Los D: Verlegung und Verlängerung «Stille Reuss» inkl. Strassenverlegung
- Neue Einmündung «Stille Reuss» in Reuss
- Verlegung «Stille Reuss»
- Verlegung Industriestrasse und neuer Kreisel
- Neubau Attinghauserstrasse ab SBB Unterführung Wysshus
- Teil Notentlastungskanal
- Anpassung Reussbrücke Attinghausen

Los E: Massnahmen «Stille Reuss» (Schattdorf)
- Aufweitung «Stille Reuss» zwischen SBB-Brücke «Stille Reuss» und Schächen (E1)
- Notentlastungskanal längs NEAT (E1)

- Instandsetzung Strassenbrücke «Stille Reuss» und Einlass Bauwerk Notentlastungskanal (E2)
- Schutzdamm Rad- und Gehweg längs «Stille Reuss» in Schattdorf (E3)

Los F: Massnahmen an der Reuss

- Bereich Schächenmündung, rechte Reussseite (F1)
- Reussdämme Schächen-Autobahnzubringer Erstfeld (F1)
- Schutzmassnahmen wie Torverschlüsse an Riedstrasse und SBB-Brücke «Stille-Reuss» (F2)
- Erhöhung Reussdamm linke Seite Attinghausen-Palanggenbach (F3)

Los G: Ökologische Ausgleichsmassnahmen

- Renaturierung Polenschachen in Erstfeld
- Renaturierung Schützenschachen in Silenen

Los NS 2A: Dritte Entlastungsanlage und überströmbarer Damm

Das Vorhaben «Hochwasserschutz Urner Talboden» erstreckt sich über eine Zeitdauer von sieben Jahren und besteht aus 22 Massnahmen. Zwei besonders markante werden im Artikel «Bollwerke gegen die Reuss» eigens beschrieben, darauf sei verwiesen. Über das Geschehen auf einigen weiteren Baustellen geben die nachfolgenden Ausführungen Auskunft.

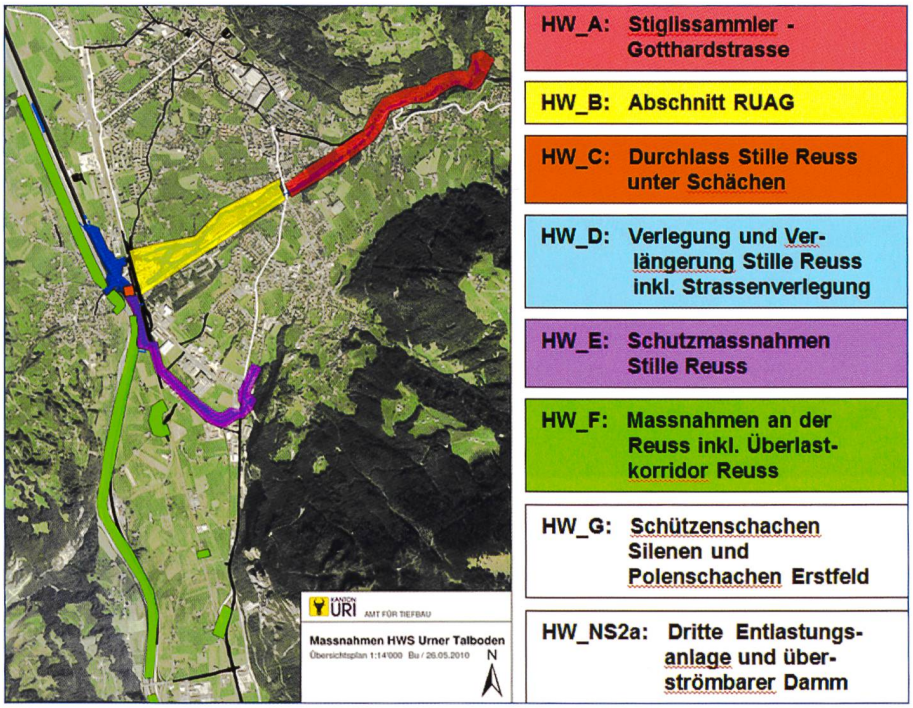


Bild 1. Grafik Aufteilung der Baulose.

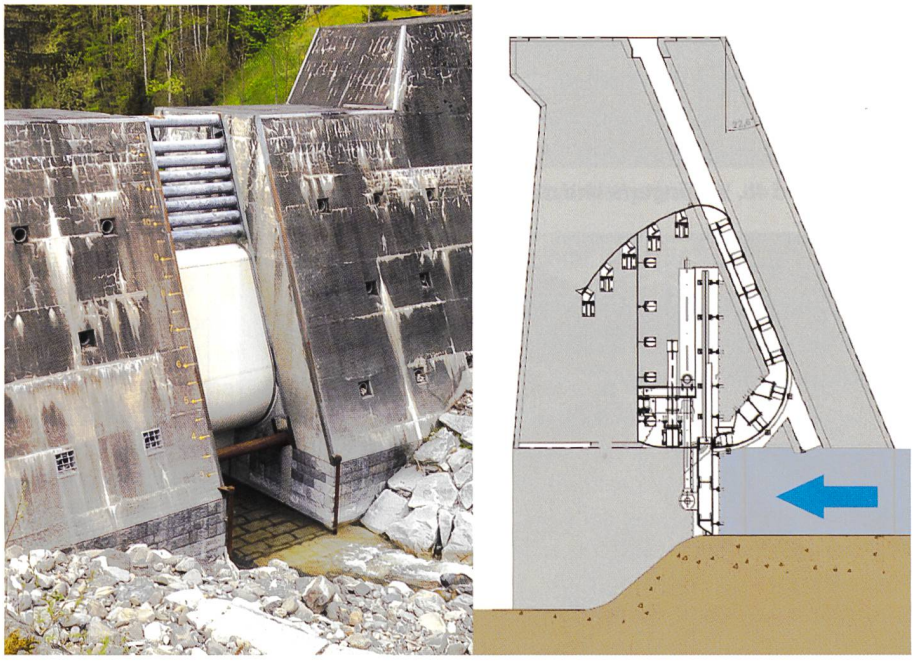


Bild 2. Schütz-Geschiebesammler Stiglisbrücke.

2. Anpassen bestehender Geschiebesammler

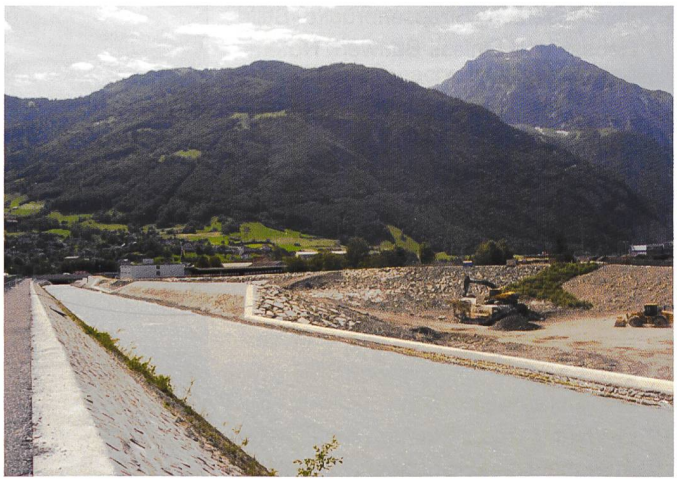
Wie in den Artikeln von *S. Flury* und *M. Jäggi* beschrieben, konnte der Geschiebesammler Stiglisbrücke in Bürglen das Geschiebe beim Hochwasser 2005 nur ungenügend zurückhalten. Deshalb wurde in einer vorgezogenen Massnahme die Öffnung in der Betonsperre mit einem beweglichen Schütz aus Stahl nachgerüstet. Vorgängig musste die Sohlenpflästerung in der Grundablassöffnung auf das Niveau der Einlaufschwelle erhöht werden. Die Grundablassöffnung von 4.50 m Breite und 2.25 m Höhe kann künftig je nach Geschiebeverhältnissen im Unterlauf auch während Hochwasserereignissen geschlossen oder stärker geöffnet werden. Das hydraulische Verschlussorgan ist mit einem Notstromaggregat abgesichert.

3. Neuer Geschiebesammler

Eine augenfällige Baustelle war der Bau des neuen Geschiebesammlers im Areal der RUAG (Los B). Begonnen wurde mit der Rodung des Waldes im Bereich des Sammlers und für den Sekundärdamm auf der ganzen Länge der Schächenwaldstrasse, ein Eingriff, der vorübergehend markant wahrgenommen wurde. Parallel mit den Arbeiten am Sammler realisierte die AlpTransit Gotthard AG (ATG) die Druckbrücke über den Schächen, die sowohl die Eisenbahnlinie als auch die Kantonsstrasse und die interne RUAG-Strasse umfasst. Im Überlastfall wird Wasser aus dem Sammler über das Strassennetz durch die SBB-Unterführung Wysshus via Industriestrasse dem See zugeleitet.

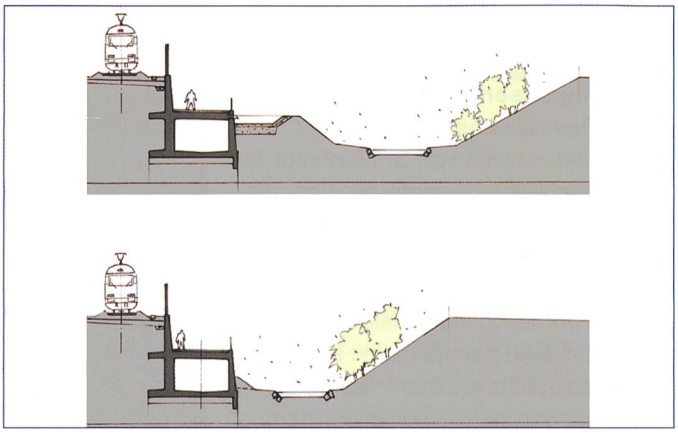
4. Verlängerung der Stillen Reuss

Die Tätigkeiten im Bereich der Attinghauser Reussbrücke im Los D waren primär durch die Änderung des Laufs der «Stillen Reuss» im Nordabschnitt und durch die neue SBB-Wysshus-Unterführung, die auf der Westseite ans Strassennetz angeschlossen werden musste, geprägt. Es galt, die Mündung der «Stillen Reuss» wieder dorthin zu legen, wo sie vor dem Bau der Autobahn lag. Dazu musste auf der Ostseite der A2 ein neues Bachbett ausgehoben und vorerst die Industriestrasse verschoben werden, was wiederum Eingriffe auf dem Gelände der Armee und der Firma Merck mit sich brachte. Gewässer- und Strassenbau waren eng verflochten und voneinander abhängig; deshalb wurde beides in ein Los zusammengefasst. Die Stille Reuss präsentiert sich heute als na-



Bilder 3a und 3b. Neuer Geschiebesammler mit 80 000–90 000 m³ Fassungsvermögen.

Bilder 4a und 4b. Verlängerte und renaturierte Stille Reuss.



Bilder 5a und 5b. Notentlastungskanal und Aufweitung Engnis «Stille Reuss».

turnahes Gewässer, und Industrie- und Attinghauserstrasse sind mit einem grosszügig bemessenen Kreisel verbunden. Ein wichtiger Meilenstein für das neue Verkehrskonzept im unteren Reusstal war die Eröffnung der neuen Strassenverbindung am 28. September 2012.

5. Notentlastungskanal für die Stille Reuss

Wegen den engen Platzverhältnissen zwischen der neuen ATG-Brücke über die «Stille Reuss» und dem Schächen wurde der Notentlastungskanal in das Bauwerk der ATG integriert (Los E1). Aus praktischen Gründen wurde der Kanal zusammen mit der Stützmauer durch die ATG erstellt (Frühling 2011 bis Herbst 2012). Das Gewässer selber wurde zwischen 2013 und Juni 2014 ausgeweitet; während dieser Zeit floss die «Stille Reuss» durch den Notentlastungskanal.

6. Stille Reuss in Schattdorf

Das Schattdorfer Industriegebiet wird nicht nur von Reuss und Schächen bedroht, es muss auch gegen eine allfällige Überschwemmung seitens der «Stillen Reuss» geschützt werden. Dazu war eine Schutzmauer auf der Ostseite des Gewässers vorgesehen. Nachträglich wurde sie mit einem Rad- und Gehweg kombiniert. Dies hatte eine Anpassung der Planung und zusätzlichen Landerwerb zur Folge, was zu Verzögerungen führte. Die neue, attraktive Verbindung für den Langsamverkehr konnte am 10. November 2014 eröffnet werden.

7. Umbau Schächenmündung

Die alte Schächenmündung (Los F1) war nicht optimal an die Reuss angeschlossen. Neu ist sie abgewinkelt und dadurch strömungsgünstiger gestaltet. Die Sohlenpflästerung im Schächen wurde erneuert und die Ufer um 1.5 m erhöht. Ausserdem wurde die Schächenschale gegen die Reuss hin mit einer Spundwand

Bild 6. Schutzmauer mit Rad- und Gehweg.

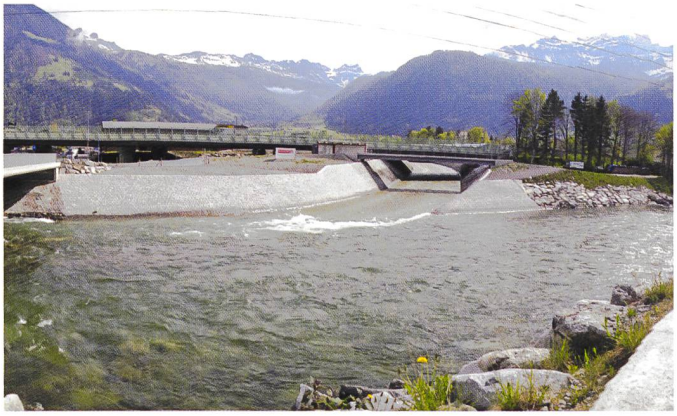


Bild 7. Bereich Schächenmündung, Anschluss Schächen an die Reuss.

Bild 8. Reussdamm Attinghausen–Erstfeld.

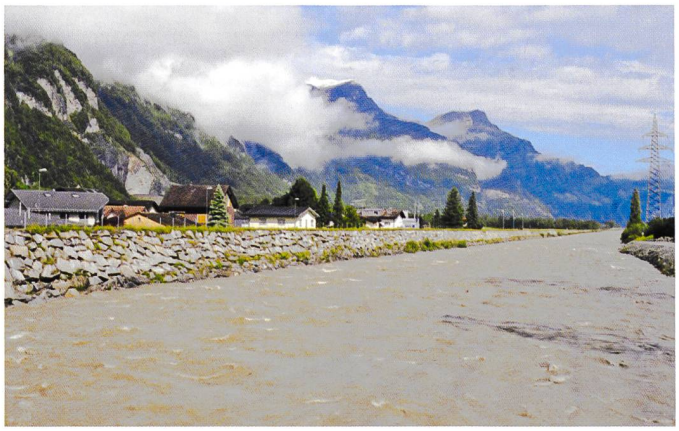


Bild 9. Erhöhter Reussdamm bei Attinghausen.

längs der Reuss gesichert, damit keine Rückwärtserosion an den Bauwerken des Schächens stattfinden kann. Nördlich der Attinghauser-Brücke bis zur ehemaligen Einmündung der «Stillen Reuss» musste das rechte Reussufer leicht erhöht und die Fundation des Pfeilers der Attinghauser-Brücke gegen Erosion zusätzlich geschützt werden.

8. Reussdamm südlich Attinghausen

Das Bauprojekt für den rechten Reussdamm von der Schächenmündung bis zur Autobahnauffahrt Erstfeld (ebenfalls Los F1), der auf gewissen Bereichen bei Überlast überströmt werden darf, wurde vollständig überarbeitet. Auf den ursprünglich vorgesehenen Betonkern im Reussdamm wurde verzichtet. Stattdessen wurde der Damm auf einzelnen Abschnitten mit einem neuen wasserseitigen Steinsatz und nahezu durchgehend mit einer Vorgrundsicherung stabilisiert. Das Bauende ist im Juni 2016 vorgesehen.

9. Reussdamm nördlich Attinghausen

Wie erwähnt, soll als Hauptziel des Hochwasserschutzprojekts «Urner Talboden» eine erneute Überflutung der Ebene von Schattdorf – wie 1910, 1977 und 2005 passiert – verhindert werden. Als Folge davon wird das Retentionsvolumen der Ebene zwischen Erstfeld und Schattorf reduziert und der Spitzenabfluss der Reuss im Unterlauf erhöht. Als Gegenmassnahme wurde der linke Reussdamm zwischen der Attinghauser-Brücke und dem Palanggenbach erhöht (Los F3).

10. Koordination mit der NEAT

Im Bereich der Schächenmündung verläuft die Bahn sehr nahe an den Gewässern, weshalb sich bereits früher Konflikte ergaben. Der Bau der neuen Linie verstärkt diese Problematik. Einerseits geht es darum, die NEAT vor Reuss und Schächen zu schützen, und andererseits muss dafür gesorgt werden, dass die neuen Bauwerke der ATG nicht die Situation verschlechtern. In der Planung und Ausführung war die Koordination zwischen den beiden Projekten ein Gebot der Stunde.

Die Lösungen mussten teils hart errungen werden. Zu erwähnen sind etwa die Brücken über den Schächen. Früher querten hier drei Fachwerkbrücken der Bahn, eine Strassenbrücke des Kantons und eine Fachwerkbrücke der RUAG unmittelbar hintereinander den Schächen. Zwischen Kanton und ATG war Linienführung und Höhenlage der NEAT zwischen Erstfeld und Altdorf jahrelang umstritten. Erst die Idee einer gemeinsamen Druckbrücke, die von der NEAT-Projektkommission vorgeschlagen wurde, brachte die Lösung. Doch vorerst mussten umfangreiche Modellversuche die Machbarkeit eines solchen Bauwerks beweisen.

Lange gerungen wurde auch über die neue Unterführung Wysshus resp. darüber, wer die Kosten zu tragen hat. Ursprünglich sollte zulasten des NEAT Kredits nur die alte Unterführung *Walter Fürst* angepasst werden. Heute präsentiert sich die neue Unterführung als Meilenstein für das regionale Verkehrskonzept; sie ist übrigens die einzige Querung der Bahn zwischen der Nationalstrassen-Unterführung in Flüelen und dem A2-Zubringer in Erstfeld, die ohne Einschränkung befahrbar ist. Gleichzeitig erlaubt die neue Unterführung, im Überlastfall Schächenwasser abzuleiten, ohne den Bahnhof Altdorf zu überschwemmen.

Zwischen Kanton und ATG entwickelte sich bei der Ausführung eine gute Koordination und Zusammenarbeit. Im Auftrag des Kantons baute beispielsweise ATG einen grossen Teil des Notentlastungskanals für die «Stille Reuss». Andererseits realisierte der Kanton den

Bild 10. Wysshus Unterführung.

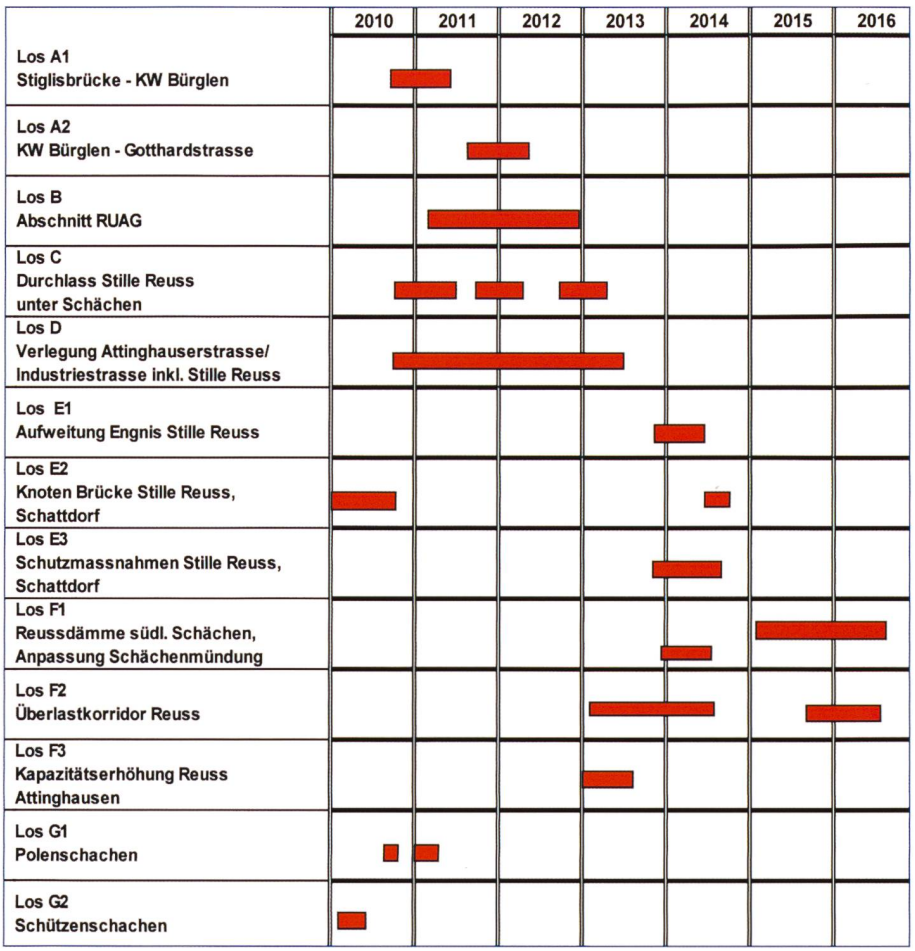


Bild 11. Terminprogramm.

Strassenanschluss zur Wysshus-Unterführung auf der Westseite.

11. Koordination mit der Strasse

Auch mit der Nationalstrasse wurde intensiv verhandelt. Zu erwähnen ist die «Stille Reuss», deren Lauf beim seinerzeitigen Bau der Nationalstrasse aus Kostengründen um 300 m verkürzt wurde, was sich als nachteilig erwies. Wie oben erwähnt, wurde, hydraulisch gesehen, der alte Zustand wiederhergestellt und gleichzeitig das Gewässer aufgewertet. Diese Kosten übernahm die Nationalstrasse aufgrund des Verursacherprinzips. Der neue Bachdurchlass unter der A2 bei der neuen Einmündung der Stillen Reuss in die Reuss wurde von der Nationalstrasse im Rahmen des Sanierungsprojekts direkt erstellt.

Gleichzeitig mit dem Wasserbau wurden zwei Vorhaben der Kantonsstrasse realisiert. Einerseits ist es die neue Strassenführung von Industrie- und Attinghauserstrasse und andererseits der neue Geh- und Radweg entlang der «Stillen Reuss».

12. Termine

Die beim Start zum Ausführungsprojekt gesteckten Termine konnten sehr gut eingehalten werden. Mit Ausnahme eines erhöhten Abflusses im Schächen im Oktober 2011 waren die Bauarbeiten durchwegs von guten Witterungsbedingungen begleitet. Ein weiterer wichtiger Aspekt war, dass keine Verzögerungen durch Einsprachen gegen die jeweiligen Arbeitsvergaben erfolgten. Einzige Ausnahme bildete eine Beschwerde gegen eine grosse Blocklieferung im Herbst 2014, die jedoch nach zwei Monaten vom Obergericht abgewiesen wurde. Dadurch konnten die geplanten Arbeiten in der Reuss trotzdem noch in der erforderlichen Niederwasserperiode ausgeführt werden. Eine zweite kleine Terminanpassung war bei den Schutzmassnahmen Stille Reuss in Schattdorf notwendig, weil als Folge der Projektänderung mit dem zusätzlichen Geh- und Radweg ein zusätzlicher Landerwerb erforderlich wurde. Diese Arbeiten begannen rund fünf Monate später als ursprünglich geplant.

13. Kosten

Der Kostenvoranschlag rechnete mit Gesamtkosten von CHF 75 000 000.– für den Hochwasserschutz und CHF 5 045 000.– für Strassenanpassungen an Industrie- und Attinghauserstrasse, also insgesamt CHF 80 045 000.–. Die voraussichtlichen Endkosten betragen rund CHF 74 700 000.–. Die Minderkosten von CHF 5 300 000.– sind auf konjunkturbedingt günstigere Arbeitsvergaben und Optimierungen in der Detailplanung bzw. Bauausführung zurückzuführen. Dem Kanton Uri verbleiben nach Abzug von rund CHF 59 000 000.– Beiträgen des Bundes, der Nationalstrasse, den «besonders bevorteilten Dritten» SBB und VBS Restkosten von rund CHF 16 000 000.– resp. rund 21 %.

14. Verschiedenes

Ein eigens für das Vorhaben Hochwasserschutzprojekt «Urner Talboden» erarbeitetes Projekthandbuch regelt die Abläufe und Kompetenzen. Ergänzt wird dieses Dokument durch das «Beschaffungskonzept für die Ingenieurleistungen der Ausführungsphase». Weiter ist zu erwähnen, dass über alle Baulose Unterhalts- und Pflegepläne erstellt sowie Erfolgskontrollen (Monitoring) durchgeführt wurden. Letztere wurde im Rahmen der Umweltbaubegleitung (UBB) laufend dokumentiert.

Adresse des Verfassers:
Peter Gisler, Dipl. Bau-/Wirtschaftstechniker FH, Gesamtprojektleiter, Amt für Tiefbau des Kantons Uri, Klausenstrasse 2, CH-6460 Altdorf

Verbesserte Zusammenarbeit mit Notfall-organisationen

Fritz Epp, Ernst Philipp

1. Mobile Massnahmen

Ausgelöst durch die extremen Hochwasserereignisse im Kanton Uri von 1977, 1987 und 2005, wurden laufend Schutzprojekte umgesetzt. Damit wurde die Sicherheit gegen Hochwasser massiv verbessert. Neben permanenten sind aber auch zahlreiche mobile Hochwasserschutzmassnahmen umgesetzt worden. Zum Einsatz kommen dabei mobile Elemente wie beispielsweise Alu-Dammbalken oder ablegbare Geländer, welche über beziehungsweise entlang von Strassen, Bahnen und Gebäuden etc. eingesetzt werden können. An wenigen Stellen ist der Einbau von Beaver-Schläuchen vorgesehen.

Gemäss Wasserbaugesetz ist der Kanton Uri für den Hochwasserschutz, den Gewässerunterhalt und die Prävention an allen öffentlichen Gewässern zuständig. Im Bereich Prävention geht es dabei um die Notfallplanung, welche im zuständigen Amt für Tiefbau in der Baudirektion umgesetzt wird. Die organisatorischen Massnahmen wurden nach dem Hochwasser 2005 durch die kantonale Fachstelle systematisch aufbereitet, eingeübt und die Unterlagen den lokalen Interventionskräften mit den nötigen Instruktionen übergeben. Der Ersteinsatz im Ereignisfall erfolgt durch die Einsatzkräfte der Gemeinden. Wichtige Erkenntnisse aus dem Ereignis 2005 sind eine gute Vorbereitung in der Notfallplanung, klar geregelte Abläufe zur Bewältigung und das Kennen der verantwortlichen Personen in den Notfallorganisationen. Der Kanton Uri hat die Abläufe nach dem Fünfstufenprinzip des Bundes angepasst und dies kantonal auf allen Ebenen kommuniziert und geschult.

Für die Feuerwehreinsätze zur Beobachtung und Intervention wurden spezifische Dokumente erstellt. Die laufende Aktualisierung dieser Dokumente wie auch die Wartung und der Ersatz der mobilen Hochwasserschutzelemente ist eine Daueraufgabe und liegt bei der Abteilung Wasserbau im Amt für Tiefbau. An regelmässigen Übungen mit den örtlichen Einsatzkräften hat sich die Schulung etabliert. Im Weiteren gibt es in der Abteilung Wasserbau im Bereich Hochwasserschutz ein Jahres-Pikett. Damit wird sichergestellt, dass zu jeder Zeit eine Fachpersonen für Fragen und Informationen erreichbar ist.

2. Videokonzept

Als Bestandteil von Hochwasserschutzprojekten wurden seit 2002 diverse Notfallkonzepte erstellt. Diese bedingen eine frühzeitige Warnung und Alarmierung der zuständigen Einsatzkräfte. Zur Überwa-

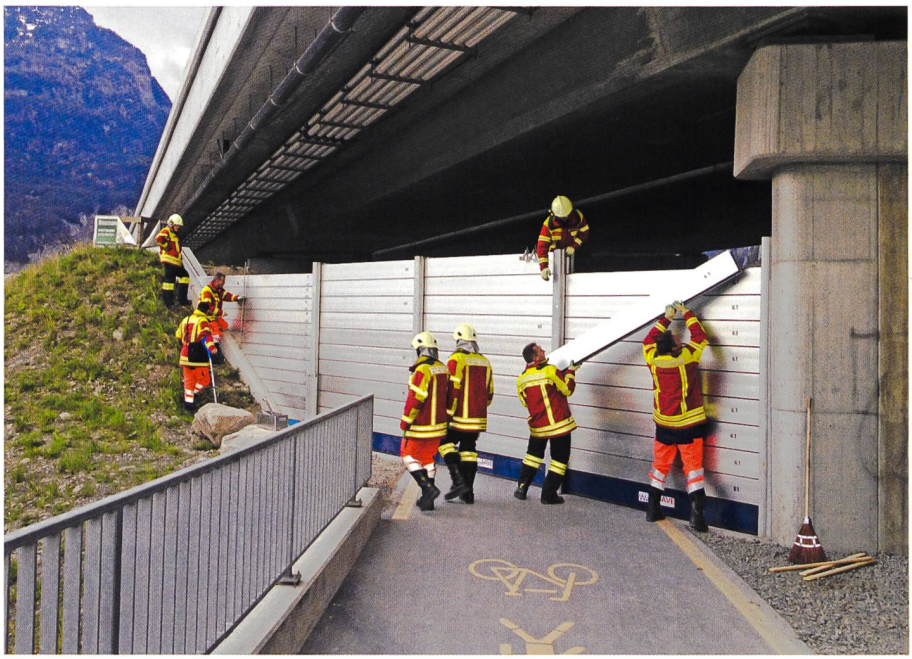


Bild 1. Einbau mobiler Dammbalkenelemente.

Bild 2. Material, in Kisten vor Ort gelagert.

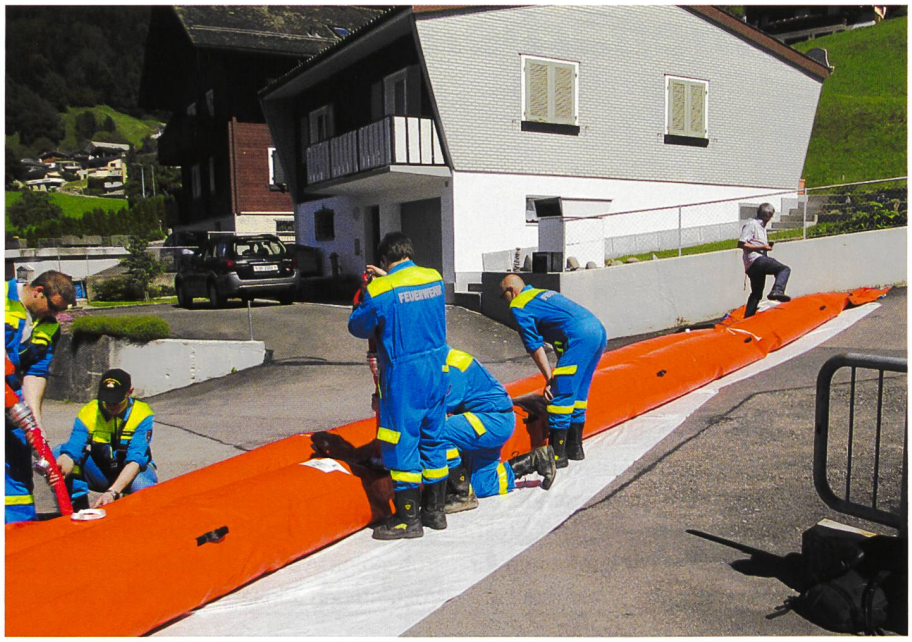


Bild 3. Einbau Beaver-Schläuche.

Bild 4. Übersicht der 16 Überwachungskameras.

Bild 5. Beleuchtung und Elektroinstallationen.

chung von aktuellen Hochwasserabflüssen (nebst den Abflussdaten von Bund und Kanton) wurden deshalb ab 2011 an strategisch ausgewählten Standorten Überwachungskameras installiert. Mit den heute 16 Überwachungskameras können die aktuellen Abflüsse online überwacht werden, ohne dass Personal vom Amt für Tiefbau oder Drittpersonen vor Ort sein müssen.

Zusätzlich zu den Überwachungskameras wurden an jedem Standort feste Beleuchtungen installiert. Diese sind über das Internet mit dem SeeTec-System verbunden und können über den vorhandenen Fernzugriff direkt ab PC oder Smartphone aufgeschaltet werden.

3. Fazit

Die installierten Überwachungskameras sind eine grosse Arbeits- und Aufwandserleichterung für die Mitarbeitenden der Abteilung Wasserbau wie auch für die involvierten Einsatzkräfte. Damit können sich anbahnende Gefahren frühzeitig erkannt und präventive Massnahmen zum Schutz der Siedlungen und Infrastrukturanlagen rechtzeitig eingeleitet werden.

Adresse der Verfasser:
Ernst Philipp, Dipl. Bauingenieur FH, Abteilungsleiter Wasserbau, Amt für Tiefbau des Kantons Uri, Klausenstrasse 2, CH-6460 Altdorf
Fritz Epp, Dipl. Bautechniker HF, Sektionsleiter Gewässerunterhalt, Amt für Tiefbau des Kantons Uri, Klausenstrasse 2, CH-6460 Altdorf