

UNERWARTETE PROZESSE IN EINEM GESCHIEBESAMMLER

DER GESCHIEBESAMMLER “STIGLISBRÜCKE” AM SCHÄCHEN WÄHREND DES HOCHWASSERS VOM AUGUST 2005

UNEXPECTED PROCESSES IN A SEDIMENT RETENTION BASIN

THE “STIGLISBRÜCKE” BASIN ON THE SCHÄCHEN TORRENT DURING THE FLOOD OF AUGUST 2005

Gian Reto Bezzola¹

ZUSAMMENFASSUNG

Das Hochwasser vom August 2005 traf weite Teile der Schweiz. Die am stärksten betroffenen Regionen waren dabei das Berner Oberland sowie die Zentralschweiz. Ausserordentlich hohe Schäden verursachte der Schächen, ein Seitenzufluss der Reuss im Kanton Uri. Am Hals des beeindruckenden Schwemmkegels befindet sich der Geschiebesammler 'Stiglisbrücke'. Das durch eine Schlitzsperre abgeschlossene Rückhaltebecken soll eine Überlastung des Unterlaufes mit grobem Schächengeschiebe verhindern. Das Rückhaltevermögen des Beckens beträgt rund 100'000 m³. Das Volumen der im Sammler nach dem Hochwasser vom August 2005 vorhandenen Geschiebeablagerungen betrug jedoch lediglich 6'000 m³. Die Analyse des Ereignisses zeigte, dass die Erweiterung des Auslassquerschnitts durch Kolkung zu einer zyklischen Entleerung des Beckens geführt hatte. Dadurch konnte ein grosser Teil der vom Schächen mitgeführten Feststoffe den Sammler während des Hochwassers passieren.

Keywords: Geschieberückhaltebecken, Schlitzsperre, Rückhaltevermögen

ABSTRACT

In august 2005, severe floods hit large parts of Switzerland. The most affected areas were the Bernese Oberland and the central part of Switzerland. Extraordinary damage was caused by the Schächen torrent, a tributary to the Reuss River in the canton of Uri. On the apex of its impressive alluvial fan, a sediment retention basin confined by a slit dam should prevent an overload of the Schächen mouth region by coarse Schächen sediments. The capacity of the sediment retention basin is about 100'000 m³. However, the volume of sediments retained in the basin at the end of the august 2005 flood was only about 6'000 m³. The analysis of the event revealed that the widening of the basin outflow section due to scour caused a cyclic flushing of the basin, thus allowing the passage of the sediments during the flood.

Keywords: sediment retention basin, slit dam, trap efficiency

¹ Sektionschef, Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Gefahrenprävention, CH-3003 Bern, Schweiz
(Tel.: +41-31-3241659; Fax: +41-31-3247866; email: gianreto.bezzola@bafu.admin.ch)

EINLEITUNG

Das Hochwasser vom August 2005 forderte in der Schweiz 6 Todesopfer und verursachte Sachschäden in der Höhe von insgesamt 3 Mrd. Schweizer Franken. Mit einem Anteil von rund 10 % gehörten der Schächen und seine Zuflüsse zu den Hauptverursachern der Schäden im August 2005. Das schnell ansteigende und lang andauernde Hochwasser führte im Einzugsgebiet des Schächens entlang des Gerinnes zu grossen Geschiebeumlagerungen und ausgeprägten Tiefen- und Ufererosionen. Der Fluss beschädigte die entlang des Schächens von Altdorf nach Glarus führende Klausenstrasse an mehreren Stellen. Zu den grössten, vorwiegend privaten Schäden kam es allerdings im Mündungsbereich des Schächens. Die Reuss vermochte das ihr vom Schächens zugeführte Geschiebe nicht weiterzutransportieren. Dadurch kam es im Schächens zu rückschreitender Ablagerung und zum Ausbruch. Erschwert wurde die Situation dadurch, dass im Bereich der Mündung mehrere Brücken den Abfluss behinderten. So kam es zu grossflächigen Überschwemmungen im Gebiet des Schattdorfer Industrieareals (Abb. 1).

Das Volumen des im Mündungsbereich abgelagerten Geschiebes betrug rund 200'000 m³ (Püntener, 2006). Davon wurden rund 50'000 m³ im Abschnitt zwischen dem 1982 am Kegelhals erstellten Geschiebesammler 'Stiglisbrücke' und der gepflasterten Bachschale im unteren Teil des Kegels mobilisiert. Rund 150'000 m³ Geschiebe passierten somit den für einen Rückhalt von rund 100'000 m³ ausgelegten Sammler (Abb. 2). Das Volumen der im Sammler nach dem Hochwasser vom August 2005 vorhandenen Geschiebeablagerungen betrug hingegen lediglich rund 6'000 m³ (Püntener, 2006).



Abb. 1: Blick von Süden auf das überschwemmte Industriegebiet von Schattdorf und den von rechts in das Reusstal ragende Schwemmkegel des Schächens (Foto vom 24.08.2005, © Schweizer Luftwaffe).

Fig. 1: View from south on the flooded industrial area of Schattdorf and on the alluvial fan of the Schächen torrent entering the Reuss Valley from the right (Photo taken on the 24.08.2005, © Swiss Air Force).

Das Abschlussbauwerk des Sammlers Stiglisbrücke ist als Dosiersperre konzipiert. Somit ist die Abgabe eines Teils des in den Sammler gelangenden Geschiebes grundsätzlich erwünscht. Es stellt sich jedoch die Frage, weshalb beim Ereignis vom August 2005 die Rückkaltewirkung derart beschränkt war. Im Rahmen der hier beschriebenen Analyse wurde deshalb versucht, aufgrund der vorhandenen Unterlagen und Beobachtungen die Prozesse im Sammler während des Hochwassers vom August 2005 zu erklären und dadurch Grundlagen für eine bauliche Anpassung des Sammlers zu liefern.



Abb. 2: Der Geschiebesammler 'Stiglisbrücke' am Schächen; Blick in Fließrichtung auf das Abschlussbauwerk (Foto vom 23.08.2005, © Tiefbauamt Uri)

Fig. 2: The sediment Retention basin 'Stiglisbrücke' on the Schächen torrent; view in direction of flow on the outlet dam (Photo taken on the 23.08.2005, © Civil Engineering Office, Canton of Uri).

DER SCHÄCHEN - EINZUGSGEBIET UND VERBAUUNGEN

Das Schächental liegt östlich von Altdorf, dem Hauptort des Kantons Uri (Abb. 3). Es bildet eine vom Klausenpass bis ins Reusstal führende Ost-West gerichtete Erosionsrinne. Der Schächen, der das nach ihm benannte Tal von Ost nach West durchfließt, entwässert ein Einzugsgebiet von knapp 110 km² und mündet rund 5 km flussaufwärts des Vierwaldstättersees in die Reuss. Die Vergletscherung des Einzugsgebiets ist vernachlässigbar klein. Rund ein Fünftel des Gebiets ist bewaldet. Das Schächental wurde durch intensive fluviale und glaziale Prozesse ausgehobelt, wobei tektonische Verfaltungen, Abscherungen und hangparallele Schichten zu Bergstürzen und Sackungen führten. Beidseitig wechseln sich an den Talhängen in der Regel Flyschformationen mit Schutthalden ab und nur stellenweise kommen widerstandsfähigere Gesteine zum Vorschein. Entsprechend bedeutend ist das entlang des Schächens vorhandene Feststoffpotenzial.

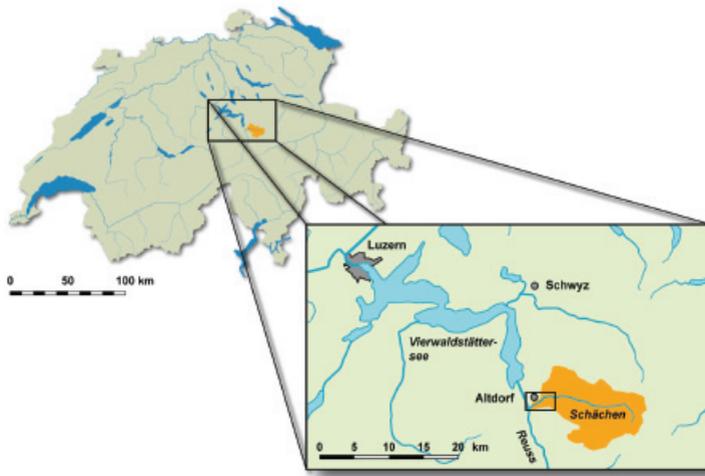


Abb. 3: Lage des Einzugsgebiets des Schächens in der Zentralschweiz.

Fig. 3: Map showing the location of the Schächen catchment in the central part of Switzerland.

Bereits im 19. Jhd. wurden längs des Schächens Verbauungen realisiert und im unteren Teil des Schwemmkegels, wo bevorzugt Ablagerungen stattfinden, das im Kanton Uri damals übliche "jährliche Ablesen der größten Geschiebe vorgenommen" (OBI, 1914). Aufgrund eines Projekts von 1888-1889 erfolgte die Erstellung einiger Längswerke und Wildbachsperrn, die aber dem ausserordentlichen Hochwasser von 1910 nicht standhielten (Vischer, 2003).

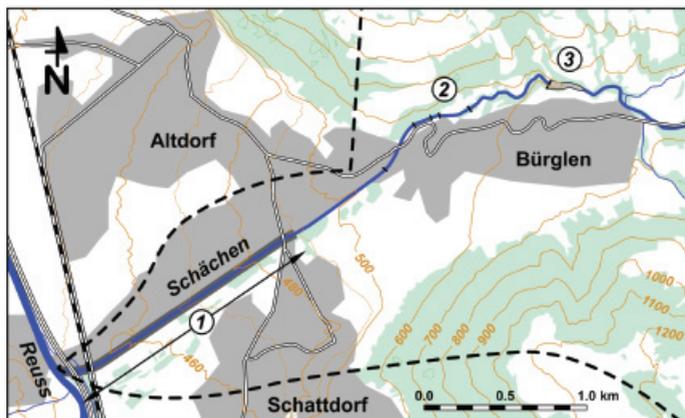


Abb. 4: Karte des Schächen-Unterlaufs; (1) gepflästerte Schale in untersten Teil des Schwemmkegels, (2) Wildbachsperrn im oberen Teil des Kegels, (3) Geschiebesammler 'Stiglisbrücke' am Kegelhals.

Fig. 4: Map showing the lower reach of the Schächen torrent: (1) lined channel in the lower part of the alluvial fan, (2) check dams in the upper part of the fan, (3) sediment retention basin at the fan apex.

Nach dem Ereignis von 1910 wurde der Schächen in seinem Unterlauf in einen 1'650 m langen geradlinigen Kanal verlegt (Abb. 4). Diese heute noch vorhandene gepflästerte Schale weist ein trapezförmiges Profil mit einer Sohlenbreite von 12 m und einer Höhe von 3 m auf. Ihr Längsgefälle beträgt 2.1 bis 2.2 %. Im oberen Teil des Kegels wurde das Schächengerinne mittels seitlicher Ufermauern und vereinzelter Wildbachsperrn befestigt. Auf eine Sohlpflasterung verzichtete man seinerzeit in diesem Abschnitt, da aufgrund des grösseren Längsgefälles von rund 4 bis 5 %, "eine Anhäufung von Geschieben nicht zu befürchten ist" (OBI, 1914).

Nach rund 50 relativ ereignisarmen Jahren ereignete sich im Schächen in der Nacht vom 31. Juli auf den 1. August 1977 ein bedeutendes Hochwasser. Die gepflästerte Schale wurde im untersten Teil mit Geschiebe praktisch vollständig verfüllt. Dies förderte die Verklauung der am Fuss des Kegels den Schächen querenden Bahnbrücke. Der Schächen brach rund 500 m oberhalb der Mündung aus und verwüstete unter anderem den Bahnhof Altdorf sowie die Eidgenössische Munitionsfabrik, eine der Hauptarbeitgeberinnen für grosse Teile der Altdorfer Bevölkerung. Wesentlich geprägt war dieses Ereignis durch eine bedeutende Geschiebemenge. Allein die ausserhalb Gerinnes resultierenden Ablagerungen wurden auf etwa 80'000 bis 120'000 m³ geschätzt (VAW, 1994). Als Folge dieses Ereignisses wurde am Kegelhals in den Jahren 1979 bis 1982 ein Geschieberückhaltebecken realisiert. Dieses weist ein Rückhaltevolumen von rund 100'000 m³ auf. Das Abschlussbauwerk besteht aus einer Schwerkheitsmauer aus Beton mit einem 4.5 m breiten Schlitz in der Mitte, in den horizontale Balken eingesetzt werden können. Die Mauer ist rund 20 m hoch und an der Krone rund 80 m breit. Im Zusammenhang mit dem Projekt wurden hydraulische Modellversuche durchgeführt (Zollinger, 1982; VAW, 1981). Ziel der Versuche war die Untersuchung verschiedener Schlitzvarianten für die Geschieberückhaltesperre sowie der Problematik beim Anfall von Treibholz. Die übergeordneten Zielsetzungen waren einerseits eine optimale Geschiebeablagerung bei Extremereignissen und andererseits eine möglichst effektive selbsttätige Entleerung des Beckens durch kleinere Hoch- und Mittelwasser des Schächens.

DAS HOCHWASSER VOM 22./23. AUGUST 2005

Bei der rund 2 km flussabwärts des Geschiebesammlers gelegenen Messstelle Schächen - Bürglen, Galgenwäldli der Landeshydrologie wurden während des Hochwassers 2005 starke Abflussschwankungen registriert (Abb. 5). Zwischen dem 22.08.05, 19:00 Uhr und dem 23.08.05, 06:00 Uhr schwankte der Abfluss zwischen 100 und 150 m³/s. Die Schwankungen sind erstaunlich regelmässig und die Zeit zwischen zwei Spitzen beträgt in der Regel ungefähr eine halbe Stunde. Für den Zeitraum der grössten Abflüsse beträgt der zeitlich gemittelte Wert des Abflusses 120 bis 125 m³/s.

Zunächst wurde vermutet, dass die Schwankungen auf hydraulische Phänomene im Bereich der Messstelle oder auf messtechnische Probleme zurückzuführen sind. Die Tatsache, dass gemäss dem Ereignisjournal durch Beobachter vor Ort in kurzer zeitlicher Folge gemeldet wurde, der Sammler sei "voll", "randvoll", bzw. "wieder leer" (Püntener, 2006) sowie der Umstand, dass erhebliche Mengen an Geschiebe den Sammler während des Ereignisses passiert haben müssen, liessen aber bald den Schluss zu, dass die Abflussschwankungen real und eine Folge der Vorgänge im Sammler sein müssen. Dies umso mehr, als ähnliche Schwankungen – wenn auch entsprechend gedämpft – in den Aufzeichnungen bei der Messstelle Reuss - Seedorf erkennbar sind.

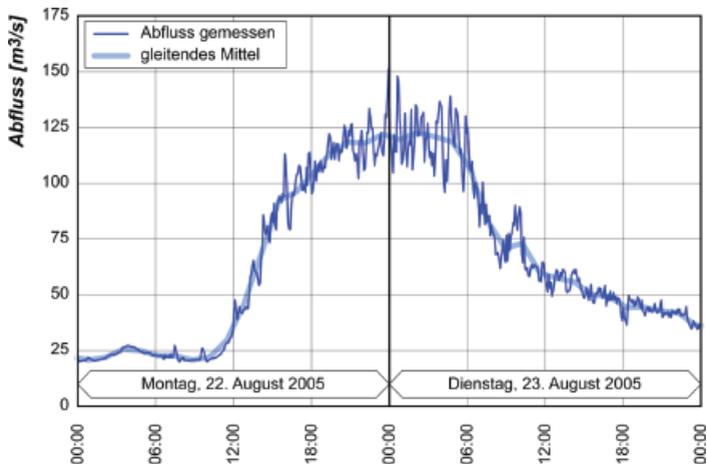


Abb. 5: Ganglinie des Schächenabflusses am 22. und 23. August 2005 (Messstelle Schächen - Bürglen, Datenquelle: Landeshydrologie).

Fig. 5: Hydrograph of the Schächen discharge on August 22nd and 23rd, 2005 (Station Schächen - Bürglen, data source: Swiss National Hydrological Survey).

HYDRAULIK DES ABSCHLUSSBAUWERKS

Das Abschlussbauwerk des Sammlers ist als Balkensperre mit einem 4.5 m breiten Schlitz ausgelegt (Abb. 6). Gegenüber dem ursprünglichen Projekt, welches einen lichten Abstand der als Balken eingesetzten Stahlrohre von 105 cm vorsah, wurde der Balkenabstand reduziert und betrug vor dem Hochwasser 2005 rund 12 cm. Der Durchmesser der Stahlrohre beträgt 40 cm. Die lichte Höhe zwischen der Unterkante des untersten Balkens und der Oberkante der dem Abschlussbauwerk vorgelagerten Einlaufschwelle beträgt – vertikal gemessen – 2.25 m.

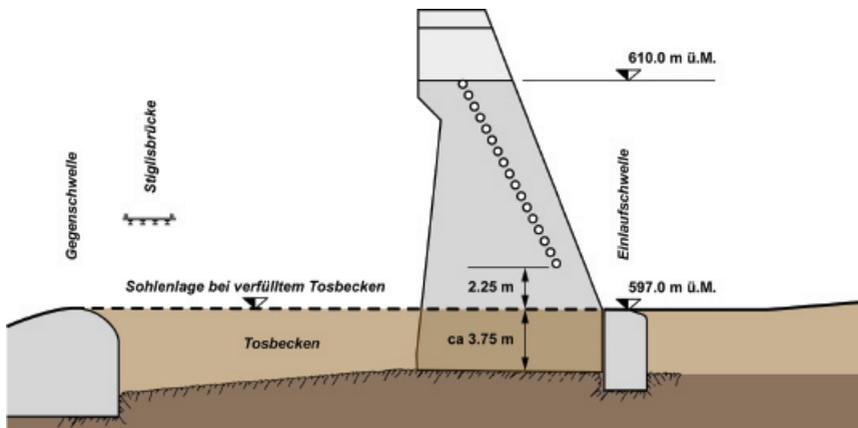


Abb. 6: Längsschnitt durch das Abschlussbauwerk des Geschiebesammlers 'Stiglisbrücke'.

Fig. 6: Longitudinal section across the outlet dam of the 'Stiglisbrücke' sediment retention basin.

An die Einlaufschwelle schliesst ein Tosbecken an, welches im Unterwasser durch eine unmittelbar flussabwärts der Stiglisbrücke angeordnete Endschwelle begrenzt ist. Die Sohle dieses Tosbeckens wird durch den anstehenden Fels gebildet, welcher im Bereich der Sperre rund 3.75 m unter der Krone der Einlaufschwelle ansteht. Im Normalfall (und auch im Anschluss an das Hochwasser 2005) ist das Tosbecken mit Geschiebe gefüllt.

Der Ausfluss aus dem Becken erfolgt für kleinere Abflüsse als Freispiegelabfluss durch die Grundöffnung. Bei grösseren Abflüssen resultiert durch die in den Schlitz eingesetzten Balken ein Aufstau und der Ausfluss durch die Grundöffnung erfolgt unter Druck. Wie die Ergebnisse der damaligen Modellversuche zeigen (Abb. 7), hängt das Ausmass des Aufstaus vom Abstand der in den Schlitz eingesetzten Balken ab. Falls die Zwischenräume zwischen den Balken z.B. mit Treibholz vollständig verlegt sind, wirkt die durch die Balken gebildete geneigte Ebene als undurchlässige Tauchwand.

Freispiegelabfluss durch die Grundöffnung

Ziel des Projekts war es, dass Abflüsse bis zu 40 - 50 m³/s die Sperre ungehindert (d.h. ohne Rückstau) passieren können. Im Rahmen der Modellversuche wurde beobachtet, dass der Wasserspiegel bei einem Abfluss von rund 40 m³/s die Unterkante des untersten Balkens erreichte, welche sich in den Versuchen auf einer Höhe von 597.5 m ü.M. und damit 2.5 m über der Krone der vorgelagerten Einlaufschwelle befand.

Zur Berechnung des Durchflusses bei Freispiegelabfluss wird angenommen, dass sich über der Einlaufschwelle die kritische Tiefe einstellt. Es ist somit

$$Q = \sqrt{g} h^{3/2} b, \quad (1)$$

wobei Q den Abfluss, g die Erdbeschleunigung, h die Fliesstiefe und b die Breite der Öffnung (Schlitzbreite) bezeichnen. Obige Gleichung gilt, solange der Wasserspiegel die Unterkante des untersten Balkens noch nicht erreicht. Die Höhenlage des untersten Balkens wurde bei der Ausführung des Bauwerks gegenüber der Situation bei den Modellversuchen noch leicht angepasst. Seine Unterkante lag auf einer Höhe von 597.25 m ü.M. (und somit 2.25 m über der vorgelagerten Einlaufschwelle). Gleichung (1) gilt also, solange $h \leq 2.25$ m ist.

Druckabfluss durch die Grundöffnung - befestigte Sohle

Bei eingestautem Becken erfolgt der Ausfluss durch den Grundabfluss unter Druck. Infolge der engen Balkenabstände wurden diese während dem Hochwasser 2005 durch Treibgut relativ rasch verlegt, so dass die Ebene des Balkenrostes vereinfachend als undurchlässige Wand betrachtet wird. Bei einer im Bereich des Schlitzes befestigten, bzw. nicht durch Kolkbildung eingetieften Sohlenlage ist die vertikale Abmessung der Grundöffnung unveränderlich und beträgt 2.25 m (Abb. 6). Unter diesen Voraussetzungen und unter Annahme freien Durchflusses berechnet sich der Ausfluss durch die Grundöffnung für den Fall schiessenden Abflusses im Unterwasser auf der Basis der Bernoulli-Gleichung zu

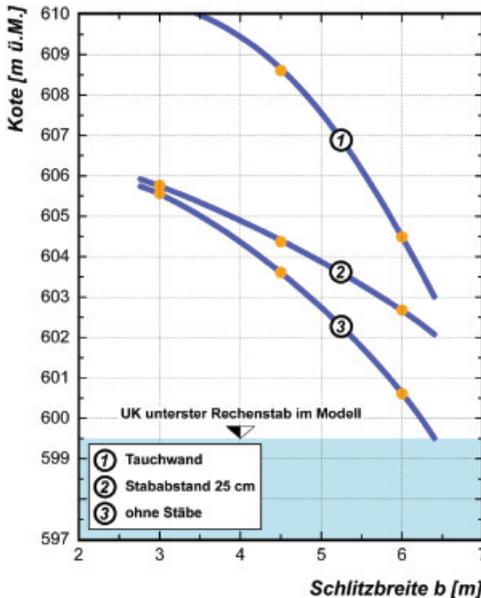
$$Q = \mu a b \sqrt{\frac{2g(H - \mu a)}{1 - \frac{(\mu a)^2}{H^2}}}. \quad (2)$$

Darin bezeichnen: μ den Kontraktionskoeffizienten, a die vertikale Abmessung der Grundöffnung, b die Breite der Öffnung (Schlitzbreite) und H die Wassertiefe im Sammler.

Die praktisch vorkommenden Werte für μ liegen zwischen 0.6 und 0.8. Bei senkrechten scharfkantigen Planschützen ist $\mu = 0.62$ bis 0.63. Bei geneigten Planschützen wird μ grösser. Sind ebene Schützen an deren Unterseite ausgerundet, so nimmt μ mit dem Grad der Ausrundung zu.

Ist H deutlich grösser als a vereinfacht sich Gleichung (2) zu

$$Q = \mu ab \sqrt{2gH}. \quad (3)$$



Im Rahmen der hydraulischen Modellversuche (VAW, 1981) wurde für drei verschiedene Schlitzbreiten ($b = 3.0, 4.5$ und 6.0 m) und eine im Bereich des Schlitzes auf 597 m ü.M. fixierten Sohle bei einem Abfluss von $120 \text{ m}^3/\text{s}$ der Aufstau im Becken gemessen (Abb. 7, Kurve 1). Im Modell betrug die Höhe der Grundöffnung $a = 2.5$ m. Die in den Versuchen gemessenen Einstauhöhen lassen sich relativ gut mit Gleichung (2) reproduzieren, wenn für μ ein Wert von 0.71 eingesetzt wird.

Abb. 7: Wasserspiegellagen 10 m oberstrom des Abschlussbauwerks in Abhängigkeit der Schlitzbreite und für verschiedene Konfigurationen der Balken; aus VAW (1981).

Fig. 7: Water level 10 m upstream of the outlet dam as a function of the slit width and for different beam configurations; from VAW (1981).

Druckabfluss durch die Grundöffnung - unbefestigte Sohle

Wie sich bei entsprechenden Sondierungen nach dem Hochwasser 2005 zeigte, war die Sohle im Bereich des Durchlasses nicht befestigt. Bei entsprechend grossen Abflüssen kann somit das Tosbecken teilweise oder ganz ausgeräumt werden (Abb. 8). Dadurch vergrössert sich die Abmessung a der Grundöffnung.

Für die nachfolgende Berechnung wird angenommen, dass durch Kolkung die Abmessung der Grundöffnung in etwa gleich der Distanz zwischen dem untersten Balken und der Einlaufschwelle ist. Zur Berechnung des Ausflusses mit Gleichung (3) wird somit $a = 3.3$ m gesetzt. Gegenüber dem Zustand mit befestigter Sohle resultiert für einen Ausfluss von $120 \text{ m}^3/\text{s}$ ein um rund 4 m geringerer Einstau, was den Beobachtungen bei den Modellversuchen entspricht (VAW, 1981). Abb. 9 zeigt die unter diesen Annahmen berechnete Pegel-Ausfluss-Relation.

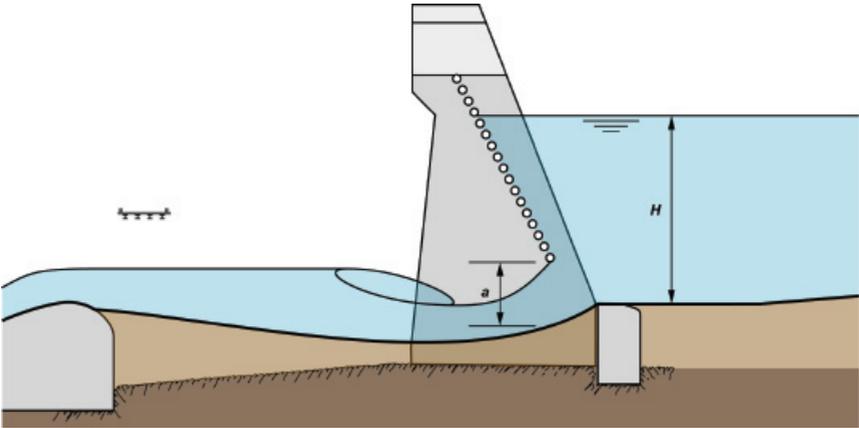


Abb. 8: Erweiterung des Ausflussquerschnitts bei Auskolkung der im Tosbecken vorhandenen Ablagerungen.
Fig. 8: Widening of the outflow section due to partial scouring of the deposits in the stilling basin.

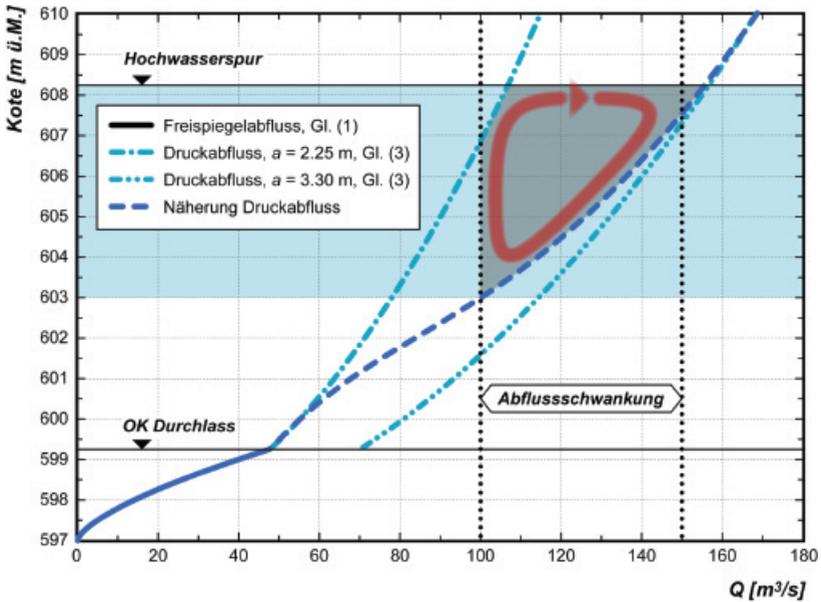


Abb. 9: Pegel-Ausfluss-Relation, berechnet mit Gleichung (1) für Freisiegelabfluss und mit Gleichung (3) für Ausfluss unter Druck. Hervorgehoben ist der Bereich der Wasserspiegelschwankungen im Becken, der einer Variation des Abflusses von 100 bis 150 m³/s entspricht.

Fig. 9: Stage-discharge relation computed with equation (1) for free surface flow and with equation (3) for pressurized flow. The stage range corresponding to a discharge variation from 100 to 150 m³/s is highlighted.

ABFLUSS- UND WASSERSTANDSSCHWANKUNGEN

Gemäss der in Abb. 9 gezeigten Pegel-Abfluss-Relation entsprechen die an der Messstelle Bürglen zwischen dem 22.08.05, 19:00 Uhr und dem 23.08.05, 06:00 Uhr registrierten Abflüsse von 100 bis 150 m³/s einer Variation des Wasserstandes im Sammler von etwa 4 bis 5 m. Entsprechend dieser Betrachtung erreichte der maximale Aufstau eine Kote von ungefähr 608.0 bis 608.5 m ü.M. Diese Kote deckt sich mit den anlässlich der Begehung des Sammlers am 24. August 2005 beobachteten Hochwasserspuren:

- Am Balkenrost fanden sich zwischen den Balken Geschwemmselablagerungen bis in eine Höhe von etwa 1.75 m unter die Überfallsektion, d.h. bis auf eine Kote von 608.25 m ü.M.
- Im Bereich der linksufrigen Zufahrt in den Sammler war eine klare und eindeutige Hochwasserspur (Geschwemmsellinie, umgelegtes Gras) erkennbar, die auf gleicher Höhe lag, wie die höchsten Geschwemmselablagerungen im Balkenrost.

Eine weitere Plausibilisierung kann anhand einer Volumenbetrachtung erfolgen. Aufgrund der Kennkurve des Beckenvolumens entspricht eine Variation der Wasserspiegellage im Becken zwischen 608.25 m ü.M. und 604 m ü.M. einer Volumenänderung von 20'000 bis 25'000 m³.

Für ausgewählte Schwankungen wurde nun aus der Abflussganglinie das Differenzvolumen zwischen dem gemessenen Abfluss und dem als Referenz dienenden gleitenden Mittelwert des Abflusses bestimmt. Diese Volumina betragen bis zu 24'000 m³ (Abb. 10) und entsprechen somit der Volumenänderung im Becken infolge eines Auf-, bzw. Abschwungs des Wasserspiegels.

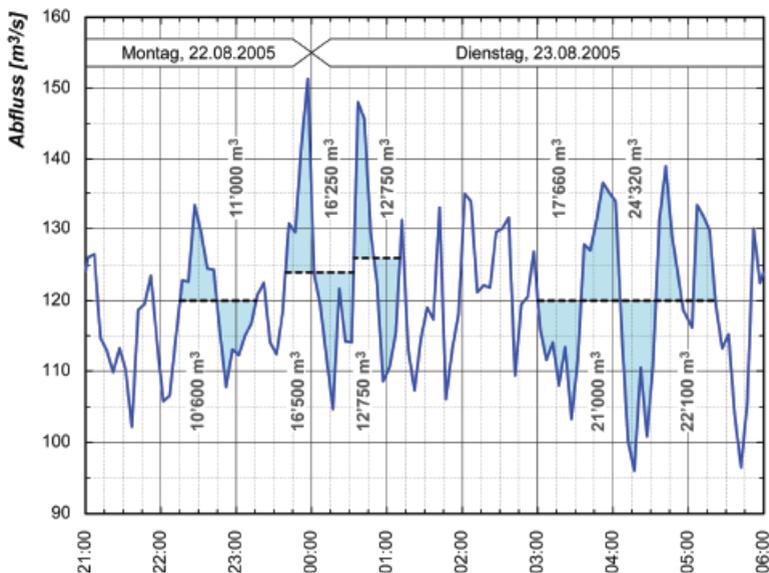


Abb. 10: Differenzvolumina zwischen dem gemessenen Abfluss und dem als Referenz dienenden gleitenden Mittelwert des Abflusses.

Fig. 10: Volume differences between the actual measured discharge and its running mean.

INTERPRETATION DER VORGÄNGE IM GESCHIEBESAMMLER

Die obigen Ausführungen lassen folgende Interpretation der Vorgänge während des Hochwassers vom 22./23. August 2005 im Geschiebesammler 'Stiglisbrücke' zu:

- Durch Geschwemmelablagerungen dürfte der Balkenrost relativ rasch verlegt worden sein und sich ein Aufstau ergeben haben (Abb. 11 a). Dabei lagerte sich das Geschiebe vorwiegend im Bereich der Stauwurzel ab und gelangte so nicht bis zum Abschlussbauwerk.
- Infolge des Aufstaus erfolgte der Ausfluss aus dem Sammler unter Druck. Die Fließgeschwindigkeit in der Grundöffnung nahm zu und die Sohle im Bereich des Durchlasses begann auszukolken. Dadurch vergrößerte sich die Öffnung, der Ausfluss nahm zu und der Aufstau im Becken ging zurück (Abb. 11 b). In dieser Phase konnte Geschiebe bis in den Bereich des Abschlussbauwerks verfrachtet werden und dieses passieren.
- Mit dem Rückgang des Aufstaus waren eine Abnahme des Abflusses und der Fließgeschwindigkeit im Bereich des Durchlasses verbunden. Ein Teil des Geschiebes, welches den Sammler passierte, konnte so den Kolk wieder auffüllen, wodurch die Abmessung der Grundöffnung wieder reduziert wurde (Abb. 11 c). Es resultierte ein erneuter Aufstau und der hier beschriebene Prozess wiederholte sich zyklisch.

Dieser Prozess weist eine bemerkenswerte Analogie zu den Vorgängen an verschalteten Brücken auf, wo grundsätzlich dieselben Phänomene beobachtet werden können (siehe z.B. Jäggi und Abegg, 1993).

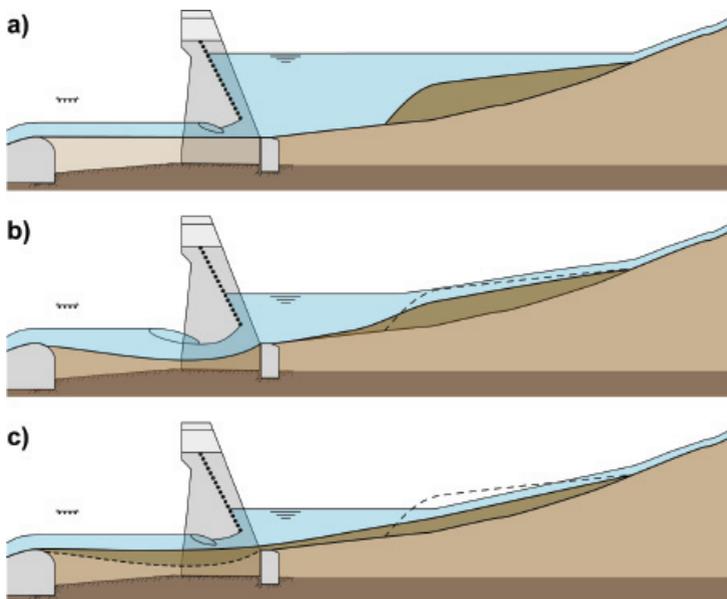


Abb. 11: Zyklischer Aufstau und teilweise Entleerung des Geschiebesammlers während des Hochwassers vom August 2005 (schematische Darstellung).

Fig. 11: Cyclic formation of backwater and flushing of the sediment retention basin during the flood of august 2005 (schematic representation).

Die bei der Messstelle Bürglen registrierten Abflussschwankungen sind also mit grösster Wahrscheinlichkeit durch ein zyklisches Aufstauen und Entleeren des Sammlers zu erklären. Der Zufluss in den Sammler dürfte hingegen weniger markanten Schwankungen unterworfen gewesen sein und in der Hauptphase etwa 120 bis 125 m³/s betragen haben.

Es mag erstaunen, dass die Grundöffnung des Sammlers angesichts der Menge und der Abmessungen des Schwemmholzes, das durch den Sammler in den Unterlauf des Schächens verfrachtet wurde, nicht permanent verkleauste. Auch dies ist praktisch nur durch eine Vergrösserung der Grundöffnung infolge Kolkung erklärbar. Die am 23.08.2005 gegen 10:00 Uhr registrierte Abflussspitze (Abb. 5) könnte auf die Bildung, bzw. Auflösung einer solchen temporären Verkleaustung zurückzuführen sein.

FAZIT

Als relativ einfach zu realisierende und wirkungsvolle Massnahme zur Verhinderung solcher Vorgänge wurde im Herbst 2006 die Sohle im Bereich des Schlitzes fixiert. Die Grundöffnung weist somit heute eine unveränderliche Höhe auf.

Die Ereignisse im Geschiebesammler 'Stiglisbrücke' am Schächten zeigen deutlich die Schwierigkeit einer zuverlässigen Geschiebedosierung mittels durchlässiger Sperren. Bei einem stark auf Dosierung ausgelegten Bauwerk resultiert aufgrund der im Vergleich zur Bauwerkshöhe vergleichsweise grossen Abmessungen des Durchlasses oft ein beschränkter Einstaugrad. Für einen effizienten Rückhalt in der entscheidenden Phase eines Ereignisses ist jedoch ein stabiler Einstau eine entscheidende Voraussetzung.

Im Fall des Geschiebesammlers 'Stiglisbrücke' dürfte der Umstand, dass der für den Ausfluss entscheidende Querschnitt nicht fixiert war, wesentlich dazu beigetragen haben, dass bei Ereignis vom August 2005 relativ viel Geschiebe den Sammler passieren konnte. Auslassquerschnitte bei durchlässigen Sperren müssen deshalb in jedem Fall fixiert sein.

LITERATUR

- Jäggi, M. und Abegg, J. (1993): „Cimavilla-Brücke, Poschiavo. Eine unkonventionelle Lösung aufgrund der Erfahrungen aus dem Unwetter vom Juli 1987“, Schweizer Ingenieur und Architekt, 111(16/17), 295-298.
- OBI (1914): „Wildbachverbauungen und Flusskorrekturen in der Schweiz.“ Eidgenössisches Oberbauinspektorat. Drittes Heft, Bern.
- Püntener, P. (2006): „Hochwasser vom 22./23. August 2005 - Schlussbericht zu den Bereichen Wasserbau und Strassen.“ Amt für Tiefbau des Kantons Uri, Altdorf.
- VAW (1981): „Geschieberückhaltebecken Schächten – Bericht über die Modellversuche zur Geschiebeablagerung im Rückhaltebecken des Schächtenbaches bei Bürglen/Altdorf.“ Bericht Nr. 772 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Zürich (unveröffentlicht).
- VAW (1994): „Mündung Schächten – Bericht über die Modellversuche zur Gestaltung der Mündung des Schächens in die Reuss.“ Bericht Nr. 4066 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Zürich (unveröffentlicht).
- Vischer, D.L. (2003). „Die Geschichte des Hochwasserschutzes in der Schweiz.“ Berichte des BWG, Serie Wasser, Nr. 5, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bern.
- Zollinger, F. (1982). „Die Modellversuche zum Geschieberückhaltebecken Schächten.“ Schweizer Ingenieur und Architekt, 100(21), 443-449.