

## Sanierung der Gamsa im Unterlauf

### Ausgangslage

Im Verlauf der Jahrzehnte hat die *Gamsa* immer wieder die Siedlungen von Gamsen durch Hochwasser bedroht. Insbesondere die Industrieanlagen entlang des Gerinnes und das Baugebiet beim Schluchtausgang verlangen eine bessere Sicherung gegen Hochwasserschäden. Bereits seit über 700 Jahren schützen die Gamsner ihre Siedlung mit einer Wehrmauer. So hat die *Gamsa* bei Hochwasserereignissen jeweils auf dem westlichen Teil des Schuttkegels das mitgeführte Material abgelagert.

In den letzten 100 Jahren hat sich die Situation durch den Bau der Eisenbahnlinien (SBB, BVZ) entlang des Rottens und der Industrieanlagen entlang der *Gamsa* stark verändert. Das Gefahrenpotential wurde insbesondere durch die Industrieanlagen der *Société Suisse des Explosifs* im letzten Schluchtabschnitt stark erhöht und zudem der Ablagerungsbereich durch den Bau der Industrieanlagen im Osten und die Lonzadeponie und die Kehrichtverbrennungsanlage im Westen des Flusslaufes merklich verkleinert. Andererseits wird heute das angeschwemmten Kiesmaterials herausgenommen und genutzt.

### Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet der *Gamsa* umfasst rund 38 km<sup>2</sup> und verläuft zwischen dem Vispertal und dem Simplon von Süd nach Nord. Im oberen Teil des Einzugsgebietes finden sich Gletscher und Geröllhalden im Gneis. Der mittlere, flache Teil im Nanztal besteht aus Alpweiden, die von Visperterminen her genutzt werden. Der unterste Abschnitt wird durch eine 30 - 40% steile, enge Schlucht gebildet, die sich auf dem Schwemmkegel wieder öffnet. Der Abschnitt vor dem Kegel weist ein Gefälle von 16% auf. Die Kegelsohle selber ist 10.5% steil. Das Einzugsgebiet der *Gamsa* reagiert als Ganzes nur bei langandauernden intensiven Niederschlägen wie sie 1993 oder 2000 eingetreten sind. Lokale Starkniederschläge in Form von Gewittern lassen höchstens einzelne Runsen anspringen.

Aufgrund des letzten Murgangs aus dem Schuttkegel der *Wyssi Rischa* im Jahre 1977, bei dem der dadurch aufgestaute See ausbrach, erodierten entlang dem oberen Schluchtbereich die rechtsufrigen Böschungen. Dies führte zu Hangrutschungen, die sich bis heute nicht stabilisiert haben.

### Hochwasser vom Oktober 2000

Am 15.10.2000 fielen im Einzugsgebiet der *Gamsa* ergiebige Niederschläge, die zu einem Hochwasser mit bedeutendem Geschiebetrieb und hohen Sachschäden an den Infrastrukturanlagen beim Unterlauf führten. Die Bahnlinien der SBB und der BVZ wurden zwischen Brig und Visp unterbrochen. Beschädigt wurden auch die drei Wasserfassungen und deren Leitwerke. Nur Dank grossem Maschinen und Materialeinsatz konnten während des Ereignisses der Fabrikationsbetrieb in der Schlucht und ein zugehöriges Chemielager vor Schaden bewahrt werden (Abbildung 1). Das Ereignis war vergleichbar mit demjenigen von 1993. Auch damals führten mehrtägige ergiebige Niederschläge zu einem Hochwasser mit starkem Geschiebetrieb. Starke Auflandungen am Schluchtausgang und bei der Rottenmündung, aber auch lokale Erosionen in geschiebearmen Bereichen des Flusslaufes, belasteten die Schutzbauten im Unterlauf des Baches aussergewöhnlich stark. Der maximale Abfluss wird auf 60 bis 65 m<sup>3</sup>/s geschätzt. Im Einzugsgebiet wurden rund 170'000 m<sup>3</sup> Geschiebe erodiert.



Abb. 1: Oberer Ablagerungsbereich (rot) und Teil der SSE (blau) nach dem Hochwasser 2000

### Hochwasserschutzkonzept

Die Erarbeitung eines ganzheitlichen und abgestuften Hochwasserschutzkonzeptes für die *Gamsa* umfasste im einzelnen die Bewirtschaftung eines ersten, oberen Geschiebeablagerungsplatzes, die Beherrschung der Erosionsprozesse entlang der Sprengstofffabrik, die Bewirtschaftung des zweiten, unteren Geschiebeablagerungsplatzes vor dem Einlauf in die Rhone sowie die Neugestaltung der *Gamsa* im Bereich der Einmündung in den Rotten (Rhone).

Für die verschiedenen im Gefahrengebiet liegenden schutzbedürftigen Objekte wurden folgende Schutzziele aus dem Hochwasserschutzkonzept (HWSK) der Stadtgemeinde Brig-Glis übernommen:

EHQ: Nationalstrasse, Société Suisse des Explosifs (SSE)

HQ<sub>100</sub>: Kantonsstrasse, Bahnen (SBB, BVZ), Inertstoffdeponie, Industriezone, KVA, Dorf Gamsen

Im HWSK wird ein HQ<sub>50</sub>-HQ<sub>100</sub> mit 70 - 90 m<sup>3</sup>/s und das EQ mit 150 m<sup>3</sup>/s festgelegt.

Die Hochwassersicherheit der *Gamsa* steht und fällt mit der Geschiebebewirtschaftung der beiden Ablagerungsplätze. Ein Teil des Geschiebes soll direkt nach dem Schluchtausgang aufgefangen werden (max. 150'000m<sup>3</sup>). Im unteren Ablagerungsbereich Gamsasand soll schliesslich der grösste Teil des Geschiebes aufgefangen werden (max. 300'000 m<sup>3</sup>). Wie viel Geschiebe wann und wo abgelagert wird hängt von den Geschiebekonzentrationen während eines Hochwasserereignisses ab.

Entlang der Transitstrecke kam es während der vergangenen Hochwasser, bedingt durch Sohlenschwankungen, immer wieder zu Ausuferungen beim Areal der SSE. Wird der obere Geschiebeablagerungsplatz so ausgeräumt, dass ein Gefälle von 10 - 11 % entsteht, sind solche Überlastungen nur noch in sehr seltenen Ereignissen möglich, wenn das Rückhaltevolumen des oberen Ablagerungsbereichs aufgefüllt ist.

### Hochwasserschutzprojekt

Die vorherrschenden Abfluss- und Geschiebeverhältnisse führen wie gesagt zu grossen Belastungen auf Quer- und Längsverbauungen sowie zu bedeutenden Sohlenschwankungen entlang der Sprengstofffabrik. Verbauungen müssen demzufolge so ausgebildet werden, dass die örtliche Rauigkeit erhöht wird und die Kräfte auf die Ufer vermindert werden. Die geplanten Verbauungen, hauptsächlich die im Gelände eingegrabene Buhnen aus einzelnen Betonelementen (diagonal getrennte Betonwürfel von 27t) entsprechen diesen Anforderungen besser als starre Verbauungselemente, die bei einem mehrstäufigen intensivem Abfluss durch Hinter- und Unterspülung gefährdet sind. Es ist daher vorgesehen, durchgehend bewegliche Elemente aus diagonal halbierten Betonwürfeln zu verwenden. Bei lokalen Ausspülungen sind diese in der Lage, sich der neuen Sohlenform anzupassen und so ihre Schutzwirkung weiterhin auszuüben.

Es wird überdies ein mehrstufiger Schutz angestrebt. Dies bedeutet, dass der Schutz der Uferböschungen (Blockwurf) auf einen mittleren Abfluss von ca. HQ<sub>50</sub> dimensioniert wird und nur bei einem grösseren Ereignis die im Gelände versteckten Blockbuhnen als zweite Verteidigungslinie zum Tragen kommen.

### Modellversuche

Um die komplexen Phänomene während eines Hochwasserereignisses besser zu verstehen, wurden Modellversuche im Massstab 1:35 mit beweglicher Sohle durchgeführt. Diese dienen einerseits der Überprüfung der Wirksamkeit der Massnahmen und andererseits der Optimierung der geplanten, linienförmig und buhnenartig angeordneten Betonelemente betreffend Ausmass und Anordnung. Die Modellversuche sollen zudem die Grundlagen zur Bewirtschaftung der Geschiebeablagerungsplätze und zur Bestimmung des Restrisikos liefern.

## Gamsamodell im Massstab 1:35

### Allgemeines

Seit Oktober wurden im Geschiebeablagerungsplatz „Gamsasand“ Arbeiten im Rahmen der erwähnten Modellversuche der Gamsa durchgeführt. Dazu wurden die letzten rund 2.3 km der Gamsa vom Schluchtausgang oberhalb der Société Suisse des Explosifs“ bis zur Einmündung der Gamsa in den Rotten im Massstab 1:35 nachgebildet. In einer 70 m langen Betonschale wurden sowohl die Felspartien als auch die bewegliche Sohle der Gamsa, sowie die wichtigsten Gebäude entlang der Projektstrecke modelliert.

Mit Hilfe dieses in vielen Arbeitsstunden realisierten Modells konnte das Hochwasserschutzkonzept der Stadtgemeinde Brig-Glis für die Gamsa überprüft und optimiert werden. Nach jedem Versuch wurden Veränderungen in der Anordnung und im Umfang der geplanten Schutzbauten bestehend aus Betonprismen von rund 27 Tonnen (halbe Würfel von 2.8 m Kantenlänge in Wirklichkeit, respektive 8 cm Kantenlänge im Modell) vorgenommen (Fig. 2.)



Abbildung 2: Gamsamodell im Bereich der Société Suisse des Explosifs für einen Abfluss von  $82\text{m}^3/\text{s}$ .

Die aus den bisher sechs Versuchen gewonnenen Erkenntnisse werden direkt ins definitive Bauprojekt einbezogen, so dass die Arbeiten an der Gamsa in Angriff genommen werden können. Der Modellversuch optimiert die Verbauung in Bezug auf die Anzahl der benötigten Verbauungselemente und erhöht die Sicherheit, durch die verbesserte Anordnung der Verbauungsmassnahmen. Somit sollte in Zukunft auch für ein extremes Hochwasser keine Gefährdung für die Anwohner mehr bestehen.

### Versuche

Datum	Versuch	Ziel
18.12.2002	Nachbildung Hochwasser 2000 ( $65\text{ m}^3/\text{s}$ )	Gültigkeitserklärung Modell
27.03.2003	Hochwasser 2000 ( $65\text{ m}^3/\text{s}$ ) mit Schutzbauten	Vergleich mit Versuch 1
01.04.2003	Hundertjährliches Hochwasser ( $100\text{ m}^3/\text{s}$ ) mit Schutzbauten	Optimierung
10.04.2003	Hundertjährliches Hochwasser ( $100\text{ m}^3/\text{s}$ ) mit Schutzbauten	Optimierung
16.04.2003	Extremhochwasser (bis $150\text{ m}^3/\text{s}$ ) mit Schutzbauten	Optimierung
23.04.2003	Demonstrationsversuch (bis $150\text{ m}^3/\text{s}$ ) mit Schutzbauten	Überprüfung
16.04.2003	Weiterer Überprüfungsversuch, Testen von Alternativen	Optimierung, Überprüfung

Zwischen den einzelnen Versuchen wurde das Modell jeweils wieder hergestellt und die Schutzbauten optimiert.

### Einige Eckdaten

- ca. 900 halbe Würfel im Modell
- verwendetes Material (ohne Betonschale):
  - Bewegliche Sohle und Geschiebezugabe während den Versuchen:  
103 m<sup>3</sup> Kies und Sand (0 - 32 mm), 50 Profile aus PVC zur Geländemodellierung
  - Felspartien: 536 Zementsteine, 20 m<sup>3</sup> Brechsand
  - Blockwürfe: 2 m<sup>3</sup> Schotter (16 - 63 mm)
  - Wasserversorgung: 300 m Feuerwehrschauch
  - Diverses: 30 Säcke Zement à 50 kg, 9 m<sup>3</sup> Sand (0 - 4 mm)

Das Modell wurde in über 1500 Arbeitsstunden durch das « Laboratoire de Constructions hydrauliques de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (LCH-EPFL) » in Zusammenarbeit mit dem Werkhof der Gemeinde Brig-Glis, dem OPRA Arbeitsmarktprogramm und dem Büro BSAP, Ingenieure und Berater, realisiert (Abbildung 3).



*Abbildung 3: Modellierung der Felspartien mit Hilfe von PVC Profilen in bestehende Betonschale*

Tobias Meile, Ingénieur civil EPFL  
LCH-EPFL 12.05.2003