



**INTERPRAEVENT**

2016 – Lucerne, Switzerland

**Exkursionsführer URI, EX4**  
**Excursion Guide URI, EX4**

**INTERPRAEVENT 2016**

**SCHUTZ VOR NATURGEFAHREN ENTLANG  
DER GOTTHARD NORDRAMPE**  
***NATURAL HAZARD PROTECTION ALONG  
THE GOTTHARD NORTH RAMP***

**Mittwoch, 1. Juni 2016**  
**Wednesday, 1 June 2016**

**Technische  
Massnahmen**  
***Technical measures***

**Schutzwaldpflege**  
***protection forest  
management***



## Übersicht

Durch das enge Urner Reusstal führen international bedeutsame Verkehrswege zum Gotthard. Der alpenquerende Verkehr auf Schiene und Strasse liegt an vielen Stellen im Einflussbereich verschiedenster Naturgefahren. Lawinen, Felsstürze und Hochwasser haben die Verkehrsträger immer wieder beeinträchtigt. Dementsprechend ist neben dem Siedlungsschutz auch der Schutz der Verkehrsachsen eine Daueraufgabe. Technische, waldbauliche und organisatorische Aufgaben greifen ineinander, um die Risiken auf den Verkehrsachsen möglichst klein zu halten. Auf der Exkursion durch das Urner Reusstal zwischen Wassen und dem Urnersee werden verschiedene Naturgefahrenprozesse und Ereignisse sowie die ergriffenen Schutzmassnahmen näher vorgestellt.

## Overview

The Reuss valley in Canton Uri is home to one of the most important international transit and railway routes leading to the Gotthard Pass. Natural hazards are commonplace on this trans-Alp axis, including avalanches, rockfall and flooding. Ongoing efforts are needed to ensure protection of the surrounding settlements and the heavily-frequented transit infrastructure. This requires a multi-faceted approach using technical, forestry-based and organisational mitigation strategies.

This excursion is an introduction to natural hazard management in the Reuss valley between Wassen and Urnersee, the south-eastern body of water on Lake Lucerne.

## Inhalt

4	Verkehrsträger und Naturgefahren am Gotthard
7	Schutzwaldpflege oberhalb von Verkehrsträgern
10	Felssturz A2 2006, Waldwirkung und Massnahmen
12	Felsstürze und Massnahmen 2012 über der SBB-Eisenbahn-Strecke
15	Lawinenverbauung Geissberg
17	Hochwasserschutzprojekt Urner Talboden
23	Quellen und Literatur

## Content

4	Transit routes and natural hazards on the Gotthard
7	Protection forest for transit infrastructure
10	The 2006 rockfall event on the A2-protective function of the forest and other measures
12	The 2012 rockfall event on the SBB railway line
15	Technical avalanche protection measures, Geissberg
17	Flood projection project
23	Resources



## Zeitplan

- 07.45 Besammlung Car-Parkplatz Inseli hinter KKL, Abfahrt mit Bus
- 09.00 ① Ankunft in Wassen: Übersicht über Verkehrslinien, Naturgefahrensituation und Bedeutung der Schutzwälder; Schutzwaldpflege oberhalb der Verkehrsträger
- 10.30 ② Gurtellen: Felssturz Nationalstrasse 2006: Schutzwirkung des Waldes und Massnahmen Lawinerverbauung Geissberg: Grossverbauung zum Schutz von Siedlungen und Eisenbahnlinie SBB  
Felssturz SBB 2012: Sprengung und Felssicherungsmassnahmen in schwierigstem Gelände
- 12.00 Intschi: Mittagessen im Restaurant
- 13.30 ③ Abfahrt Intschi
- 14.00 ④ Atdorf/Schattdorf, Schächenmündung  
Hochwasserschutzmassnahmen nach dem Unwetter 2005 beim Zusammenfluss der Gebirgsflüsse Schächen und Reuss
- 15.00 ⑤ Weiterfahrt nach Flüelen
- 15.15 Kultureller Teil: Nauenfahrt auf dem Urnersee mit Apéro  
Renaturierung Reussdelta und Seeschüttungen
- 17.00 Abfahrt Flüelen
- 18.00 Ankunft Luzern

## Schedule

- 08.00 Depart Lucerne
- 09.00 ① Arrive in Wassen: Overview of transit routes, current hazard situation, protection forests and forest management
- 10.30 ② Gurtellen: Rockfall in 2006 on the A2 highway: protection function of the forest and other measures  
Technical avalanche constructions on Geissberg: protection of settlements and the federal railway  
Rockfall in 2012 on the railway: blasting and reinforcing work in difficult terrain
- 12.00 ③ Intschi: Lunch
- 13.30 Depart Intschi
- 14.00 ④ Atdorf/Schattdorf:  
Flood protection following the 2005 storms at the confluence of the Schächen and Reuss
- 15.00 ⑤ Transfer to Flüelen
- 15.15 Cultural presentation: Boat trip on the Urnersee and aperitif  
Renaturation of the Reuss delta and backfilling in the lake
- 17.00 Depart Flüelen
- 18.00 Arrive in Lucerne



## Verkehrsträger und Naturgefahren am Gotthard *Transit routes and natural hazards on the Gotthard*

Für den Kanton Uri und die gesamte Schweiz haben der Gotthard und die Verkehrswege über diesen Pass eine grosse Bedeutung. Der Gotthard wird mit der Entstehungsgeschichte der Schweizer Eidgenossenschaft verbunden und gilt auch als ein Ort, an dem verschiedene Kultur- und Sprachräume aufeinander stossen. Zudem konzentrieren sich am Gotthard zahlreiche Symbole, welche sich im Laufe der Zeit zu einem Mythos verdichteten. So steht der Gotthard für die Neutralität und Unabhängigkeit, aber auch für die Einheit und die Identität der Schweiz. Zwischen Amsteg und Göschenen zwingen sich die Autobahn A2, die SBB-Bahnlinie und die Kantonsstrasse in das enge Urner Reusstal. Aktuell fahren täglich bis zu rund 20 000 Fahrzeuge sowie ca. 200 Züge auf diesen Verkehrsachsen.

Die Nord-Süd-Verbindung wurde seit deren Bestehen infolge der exponierten Lage im engen und steilen Urner Reusstal durch Naturgefahren wie Lawinen, Steinschlag oder Hochwasser geprägt. Noch in der Römer Zeit hatte die Gotthardroute praktisch keine Bedeutung. Erst mit der Errichtung der Twärrenbrücke um 1220 wurde die Schöllenen-schlucht zwischen Göschenen und Andermatt und somit die Gotthardroute begehbar gemacht. Mit der Linienführung der Wegstrecken versuchte man den Naturgefahren-Prozessen möglichst auszuweichen. Bereits zu dieser Zeit hat man sich betreffend Naturgefahren organisiert. So waren beispielsweise im 15. Jahrhundert alle Mitbürger verpflichtet, den Säumern beim Wiederaufbau von weggerissenen Brücken oder beim Wegräumen der Lawinen zu helfen. Schon früh hat man versucht, diese Instandsetzungsarbeiten zu reduzieren indem man die ersten Schutzbauwerke erstellte. 1708 wurde mit dem «Urnerloch» in der Schöllenen einer der ersten Tunnels der Alpen erbaut, wodurch die immer wieder von der hochgehenden Reuss zerstörte Twärrenbrücke überflüssig wurde. 1848 wurde die neue Schöllenenstrasse beim Jostbach mit der ersten massiven Lawinengalerie im Kanton Uri geschützt. Diese Beispiele zeigen, dass das Bestreben, sich mit technischen und organisatorischen Massnahmen gegen Naturgefahren zu schützen, schon alt ist.

The Gotthard Pass is significant for both the Canton Uri and Switzerland as a whole. It played a role in the formative phase of the Swiss Confederation and represents the meeting point of neighbouring cultures and languages. Over the years, many symbolic elements in the area have been woven into myths. Today the Gotthard represents neutrality and independence as well as unity and identity in Switzerland.

Three major routes run through the narrow Reuss valley between Amsteg and Göschenen—the A2 national highway, the SBB railway line and the cantonal road. Up to 20 000 vehicles and 200 trains use this route daily.

Because of the exposed and steep topography in the Reuss valley, natural hazards are commonplace on this trans-Alp axis, including avalanches, rockfall and flooding. Only after the roman times was the Gotthard Pass of significance, with the construction of the Twärren bridge across the Schöllenen gorge between Göschenen and Andermatt in 1220. The original route through this difficult terrain is evidence of the knowledge already held at this time about natural hazards. There was also basic community-based planning; for example, in the 15th century inhabitants were obliged to participate in duties following an event such as reconstructing bridges or clearing avalanche debris. It was also in these early years that permanent protection structures were introduced. The “Urnerloch” was one of the first tunnels in the Alps and was built in 1708 in the Schöllenen to substitute the Twärren bridge, which was often destroyed by flooding in the Reuss. In 1848 the first large avalanche gallery in Canton Uri was built on the Schöllenen road near Jostbach. These examples tell us that technical and organisational strategies have a long history in this area. The Gotthard railway line was built between 1872 and 1882. Areas prone to natural hazards were avoided by using the opposite side of the valley or building tunnels. Nevertheless, avalanches continued to affect the railway line (e.g. in the winter of 1882 avalanche deposits covered the tracks in fifteen places) and additional passive measures and catch-



*Jostbachgalerie: erste Lawinengalerie im Kanton Uri*  
*Gallery near Jostbach: the first avalanche gallery in Canton Uri*

Zwischen 1872 und 1882 wurde die Gotthard-Eisenbahn gebaut. Diese weicht den exponiertesten Gebieten dank Wechseln von einer zur anderen Talseite oder dank Tunnelstrecken aus. Dennoch wurde die Bahn im Lawinenwinter 1882 an 15 Stellen verschüttet, worauf neue Schutzbauten wie Passivverbauungen, Auffang- und Ablenkbauten erstellt wurden. 1980 wurde mit der Eröffnung des Gotthard-Strassentunnels die Autobahn A2 durchgehend befahrbar. Die Autobahn musste mehrheitlich entlang der ungünstigen Talseite gelegt werden, da die weniger exponierten Gebiete bezüglich Naturgefahren bereits durch die Bahn und die Kantonsstrasse belegt waren. Bereits beim Bau der Autobahn zeigte sich, dass diese Linienführung stark durch Lawinen gefährdet ist. So wurde eine Baustellenunterkunft in Gurtellen am 11. März 1968 durch die Ripplistallawine zerstört. Die Autobahn wurde daraufhin praktisch durchgehend künstlich gegen Steinschlag und Lawinen geschützt. Dass diese Verbauungen gegen extreme Ereignisse teils machtlos sind, zeigt das Beispiel der Ripplistalgalerie. Diese wurde am 29. April 2003 durch einen ca. 20 m<sup>3</sup> grossen Block durchschlagen.

Seit der Eröffnung der Eisenbahn und der Autobahn wurden zusätzliche Schutzbauten jeweils nach

ing/deflecting dams were introduced. In 1980 the Gotthard road tunnel was opened, extending the A2 highway through the massif. The highway had to be routed through the more exposed side of the valley because the railway and cantonal road were already located on the less hazardous side. Avalanches were a problem for crews during the construction phase; for example, on 11 March 1968 an avalanche (Ripplistallawine) destroyed a container at a construction site near Gurtellen. Permanent constructions against rockfall and avalanches had to be built along most of the route. Though this greatly reduced the risk, extreme events were still a problem, such as a large block (ca. 20 m<sup>3</sup>) that broke through the Ripplistal gallery on 29 April 2003.

After the railway and highway were operational, additional protection measures were implemented as necessary. Three new galleries were built for the railway north of Göschenen following repeated avalanches, and catching dams were placed alongside the highway near Gurtellen because of block/rockfall.



Abb. 1.2: Lawingalerie Ripplistal A2: Das Sturzereignis vom 29. April 2003 zeigt, dass auch massive Galerien gewissen Ereignissen nicht standhalten können (Foto: Amt für Tiefbau Kt. Uri.)

Avalanche gallery Ripplistal on the A2 highway: the event on 29 April 2003 shows the potential damage in rare events (Department of Civil Engineering, Canton Uri)

Ereignissen realisiert. Beispielsweise wurden die Bahnlinie nördlich von Göschenen nach diversen Lawinereignissen mit drei neuen Galerien oder die Autobahn nach Felsstürzen bei Gurnellen mit neuen Dämmen geschützt. Mit den gesteigerten Ansprüchen an die Mobilität sind in den letzten Jahrzehnten auch die Schutzansprüche der Gesellschaft enorm gestiegen. Insbesondere ist die Risikoakzeptanz gegenüber Naturgefahren auf Verkehrsachsen deutlich geringer als früher. Zurzeit findet hinsichtlich des Umgangs mit Naturgefahren in der Schweiz ein Paradigmawechsel statt. Die reine Gefahrenkultur bzw. die Politik des Agierens und Erstellens immer neuer Schutzbauten soll durch eine Risikokultur abgelöst werden. Dabei soll gegenüber allen Naturgefahren ein vergleichbares Sicherheitsniveau angestrebt werden, welches ökologisch vertretbar, ökonomisch verhältnismässig und sozial verträglich ist. Infolge der knapper werdenden Finanzmittel dürfte in Zukunft eine höhere Risikoakzeptanz verlangt werden, was angesichts der beobachteten gesellschaftlichen Tendenzen wahrscheinlich nur schwer akzeptiert werden dürfte.

As the demand for mobility increased over the last decades so too did the demand for safety. The risk acceptance on major transit routes is much less today than in earlier times. However, we may be facing a paradigm shift in Switzerland in terms of dealing with natural hazards—the pure hazard culture (i.e. the system of reacting by constructing more permanent measures) should be replaced by a risk culture. This implies finding a comparable level of safety for all hazard types, one that is ecologically justifiable, economically reasonable and socially acceptable. Public budgets are getting smaller in general and because this will likely affect technical construction projects, the alternative for the future is to demand higher risk acceptance. Current trends suggest this will be difficult to achieve.

# Schutzwaldpflege oberhalb von Verkehrsträgern

## *Protection forest for transit infrastructure*

Von den 20 600 Hektaren Wald im Kanton Uri befindet sich ein grosser Teil an den steilen Bergflanken des Urner Reusstals. Die internationalen Verkehrsverbindungen auf Strasse und Schiene verlaufen im engen Talboden. Zum Schutz vor den Naturgefahren aus den steilen Bergflanken bietet der Wald den effizientesten Schutz. Er verhindert das Anreissen von Lawinen und Hangmuren und wirkt bremsend bei Steinschlag und Felssturzereignissen. Oberhalb der Nationalstrasse leisten 3350 Hektaren Wald einen entscheidenden Beitrag zur Sicherheit. Oberhalb der Eisenbahnlinie der SBB sind es nochmals rund 1600 Hektaren.

### Zusammenspiel von Schutzwald und Schutzbauten

Auch wenn der Schutzwald die Entstehung von Naturgefahrenprozessen verhindert oder zumindest deren Wirkung stark vermindert, kann die Sicherheit auf den Verkehrsachsen mit dem Wald allein nicht überall gewährleistet werden. Andererseits wäre es aber auch nicht möglich, den Schutz allein mit technischen Massnahmen zu garantieren. Schutzbauwerke müssten ohne die Wirkung des Waldes über eine viel grössere Fläche erstellt und zudem wesentlich stärker dimensioniert werden. Den Schutz nur mit Schutzbauwerken zu gewährleisten wäre technisch kaum realisierbar und finanziell mit Sicherheit nicht tragbar. Es braucht daher immer das Zusammenspiel von Schutzwald und technischen Schutzbauten, um eine optimale Schutzwirkung zu erreichen. In erster Linie soll der Wald Schutz vor Naturgefahren bieten. Erst dort, wo die Wirkung des Waldes allein nicht mehr genügt, werden technische Bauwerke erstellt. Es stellt sich nie die Frage technischer Verbau oder Schutzwald. Es gilt vielmehr die Schutzwirkung des Waldes und die Wirkung der Schutzbauten ideal miteinander zu kombinieren. Man kann davon ausgehen, dass auf einen Zeitraum von 100 Jahren betrachtet, der Schutzwald seine Schutzwirkung 10 bis 25 mal kostengünstiger erbringt im Vergleich zum Aufwand für Bau und Unterhalt von entsprechenden technischen Bauwerken. Dies setzt allerdings voraus, dass der Schutzwald regelmässig und fachgerecht gepflegt wird.

The majority of the 20 600 hectares of forest in Canton Uri is found on the steep flanks of the Reuss valley. Given the combination of steep terrain and dense transit infrastructure in the narrow valley, protection forests are the most sensible and efficient protection measure. These forests prevent release of avalanches and hillslope debris slides and mitigate the effects of rockfall and other falling processes. Today, protection forests are the central element in the protection concept for these routes, be it the 3350 hectares of forest above the A2 highway or the 1600 hectares above the railway line.

### Combining protection forests and permanent constructions

Though protection forests can prevent or mitigate the effects of hazards, they are not sufficient alone to guarantee safety on transit routes. Nor can an acceptable level of safety be achieved using only technical measures. The dimensions required of permanent structures in this case would be technically and financially infeasible. The most practical solution is a combination of these two strategies. The central objective is to have a forest that fulfils a protective function and only introduce technical measures in areas where the forest is insufficient. Thus, it is incorrect to evaluate whether protection forests or technical constructions should be used, rather the most effective combination should be sought. Over a period of a century, a protection forest will be 10 to 25 times more cost-effective than constructions given the investment and maintenance required. However, this assumes correct forest management practices are followed.

### Sustainable forest management

The functionality of a forest depends largely on its structure. Some basic characteristics need to be met in terms of species type, density, age structure and maximum gap spacing, among others. The type of natural hazard defines the type of stand needed. The natural forest structure in any given area depends on the site (i.e. soil, climate and exposition). Thus, the hazard type and site define the ideal forest structure



## Nachhaltige Schutzwaldpflege

Der Aufbau eines Waldes ist entscheidend für die Qualität seiner Schutzwirkung. Damit der Wald seine Schutzfunktion erfüllen kann, müssen einerseits minimale Anforderungen erfüllt sein bezüglich Baumartenzusammensetzung, Stammzahl, Altersverteilung oder maximalen Lückengrößen, um nur die wichtigsten Kriterien zu nennen. Dabei spielt es eine entscheidende Rolle, gegen welchen Prozess ein Wald in erster Linie schützen muss. Das natürliche Waldbild ist andererseits geprägt vom Standort, das heisst in erster Linie von Boden, Klima und Exposition. Die Eingangsgrößen Standort und vorherrschende Naturgefahr sind somit entscheidend, um an einem bestimmten Ort den idealen Waldaufbau bezüglich Schutzwirksamkeit zu definieren.

Die Wegleitung Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald, NaIS, (BUWAL, 2005), definiert unter Berücksichtigung der natürlichen Waldgesellschaft und der vorherrschenden Naturgefahr eine Bandbreite für den minimalen bis optimalen Waldaufbau. Die waldbauliche Planung in den einzelnen Schutzwaldkomplexen stützt sich auf diese Anforderungsprofile ab. Die Zielsetzung besteht darin, in einem möglichst hohen Flächenanteil einen Waldaufbau zu erreichen, welcher den Anforderungen an einen gut wirksamen Schutzwald genügt.

Bei der Schutzwaldplanung werden das theoretische Anforderungsprofil und der Ist-Zustand im Waldbestand miteinander verglichen. Entspricht der Ist-Zustand nicht dem minimalen Anforderungsprofil, besteht in aller Regel Handlungsbedarf. Das heisst ein waldbaulicher Eingriff ist notwendig.

Im Kanton Uri erfolgt die Schutzwaldpflege seit rund 15 Jahren nach dem System NaIS. Jährlich werden oberhalb der Nationalstrasse und der Eisenbahnlinie rund 120 Hektaren Schutzwald gepflegt mit Nettokosten von rund 1.5 Mio. Franken. Neben Bund, Kanton und Korporation Uri beteiligen sich auch die Nationalstrasse und die SBB an den Kosten der Schutzwaldpflege.

for an optimal protective function. Guidelines published in 2005 (Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald, NaIS; BUWAL, 2005) defined a spectrum of forest structures (from minimally acceptable to optimal) given the natural forest type and hazard type at a given site.

The resulting “forest profile” is used to guide forestry management and planning. The aim is to achieve the defined profile in the highest percentage possible of the target area. If the current stand doesn’t meet minimal requirements for the profile, interventions are usually required.

Fifteen years ago, the NaIS guidelines became standard for management of protection forests in Canton Uri. Approximately 120 hectares of protective forest are managed annually (above the A2 highway and railway) with a total cost of ca. 1.5 million francs. The costs are covered by federal, cantonal and cooperative funds, but with financial support from the highway authorities and Swiss Federal Railways.



Nationalstrasse und Bahn im Schutz des Dorfbannwaldes von Wassen. Die Geleise der SBB queren den Hang in diesem Abschnitt dreimal.

*National highway and railway under the Dorfbann forest near Wassen. The railway traverses the hillside three times in this section.*





Holzschläge dienen der Schutzwirksamkeit der Wälder  
*Wood harvesting increases the overall protective function of the forest.*



Die Wälder an den steilen Bergflanken schützen die internationalen Transitachsen im engen Talboden  
*The forest on the steep flanks protects the international transit routes in the narrow valley bottom.*



Holztransport mit Seilkran oberhalb der Nationalstrasse  
*Hauling with a cable crane above the highway.*



## Felssturz A2 2006, Waldwirkung und Massnahmen

### *The 2006 rockfall event on the A2–protective function of the forest and other measures*

Am 31. Mai 2006 lösten sich rund 6000 m<sup>3</sup> Gestein aus der Felswand auf 1400 m ü. M. und donnerten talwärts über die vordere «Wilerplanggen» und in den Wilerwald bei Gurtellen. Dabei stürzten mehrere 8 m<sup>3</sup> bis 52 m<sup>3</sup> grosse Blöcke auf die Autobahn und auf den A2-Rastplatz bei Gurtellen. Ein 5 m<sup>3</sup> grosser Splitter kam erst auf der gegenüberliegenden Seite der Reuss zum Stillstand. Zwei Personen starben in einem Auto, welches auf der Autobahn von einem Steinblock getroffen wurde. Daneben war ein Gesamtschaden von rund 4 Mio. Franken an Fahrzeugen und Strasseneinrichtungen zu verzeichnen. Der Felssturz riss eine tiefe Schneise in den Schutzwald.

#### Massnahmen

Als Sofortmassnahme zur Beseitigung des unmittelbaren Gefahrenherdes musste die in der Felswand verbliebene instabile Felspartie mit einer Sicherheitsprengung zum Absturz gebracht werden. Trotz schwierigster Arbeitsbedingungen erfolgte diese Sprengung bereits am 23. Juni 2006. Mit der Sprengung wurden nochmals rund 6000 m<sup>3</sup> Material zum Absturz gebracht. Als technische Schutzmassnahme für die unterliegenden Verkehrsträger Nationalstrasse und Kantonsstrasse wurde ein System von zwei übereinanderliegenden Schutzdämmen (Erddämmen) gewählt mit der Zielsetzung, ein gleich grosses Ereignis wie jenes von 2006 aufzuhalten oder zumindest massiv abzubremesen. Die Arbeiten wurden im August 2006 in Angriff genommen und konnten im Herbst 2007 beendet werden. Insgesamt wurden rund 50 000 m<sup>3</sup> Erdmaterial bewegt und rund 12 000 m<sup>3</sup> Steinblockmauern versetzt. Die Gesamtkosten für die technischen Massnahmen betrugen rund 6.5 Mio. Franken.

#### Waldwirkung

Die Sturzbahn des Felssturzes durchquerte unterhalb der Felswand über knapp 200 Höhenmeter bis unmittelbar oberhalb der Autobahn einen weitgehend intakten, gut gepflegten, rund 250 m breiten Schutzwald aus Fichten und Tannen auf einem Grobblockschutt. Das Felssturzereignis und die

On 31 May 2006, ca. 6000 m<sup>3</sup> of rock released from the rock cliff (1400 m) near Gurtellen. The fall path followed the track known as “Wilerplanggen” into the forest “Wilerwald.” Several large boulders (8 m<sup>3</sup> to 52 m<sup>3</sup>) landed on the highway and rest area at Gurtellen; one boulder (5 m<sup>3</sup>) landed on the opposite side of the Reuss. A car was hit on the highway and the two passengers died. The total cost of material damage to vehicles and road infrastructure was 4 million francs. The trees in the fall line were destroyed, leaving an open corridor down the length of the forest.

#### Mitigation measures

The only possibility immediately following the event to minimise risk was to blast unstable parts of the cliff. The blasting was carried out on 23 June 2006, despite difficult conditions, and released an additional 6000 m<sup>3</sup> of material. The first technical measures were two parallel (earth) catching dams to protect the highway and cantonal road. The dams were dimensioned for an event of similar magnitude to that of 2006, and are expected to stop or at least significantly dissipate the energy of falling material. Construction started in August 2006 and was completed in autumn 2007. 50 000 m<sup>3</sup> of soil and 12 000 m<sup>3</sup> of rocks/boulders were transported. The total cost of these measures was ca. 6.5 million francs

#### Functionality of the forest

The protection forest at the rockfall site is a high quality and well-managed mixed spruce and fir stand. It is 250 m wide and situated on a surface covered with large boulders. The fall path was almost 200 vertical metres from the release area to just above the highway.

This event was seen as an opportunity to investigate the functionality of the forest during large events. The Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), in cooperation with the engineering office U. Thali in Göschenen, analysed bounce height and distance, stem count pre and post event and different simulated scenarios. Despite existing opinions at the time that the functionality



Zerstörter Schutzwald nach dem Felssturz vom 31. Mai 2006  
*Damage to the protection forest after the event on 31 May 2006*

anschliessende Sicherheitssprengung boten eine ausgezeichnete Gelegenheit, um die Wirkung eines intakten Schutzwaldes bei solchen Grossereignissen näher zu untersuchen. Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft (WSL) erhob und interpretierte die Daten zusammen mit dem Ingenieurbüro U. Thali, Göschenen. Anhand von Spurensicherungen, der Verifizierung der Sprunghöhen und Sprungweiten, der Ermittlung der Stammzahl und Waldstruktur vor und nach dem Ereignis sowie des Vergleichs zwischen verschiedenen Modellrechnungen konnte die Wirkung des Waldes eindrücklich nachgewiesen werden. Entgegen der bis dahin existierenden Meinung wurde nachgewiesen, dass der Wald auch bei solchen Grossereignissen eine entscheidende Bremsfunktion wahrnimmt. Zusammengefasst ergaben die Untersuchungen folgende Haupterkenntnisse:

- Der Wald wirkt nicht nur im Ablagerungsgebiet, sondern auch im über 70 Prozent steilen Transitgebiet bremsend und auffangend.
- Der Wald hielt alle Blöcke bis 5 m<sup>3</sup> Grösse auf.
- Der Wald bietet auch gegen Grossblöcke einen erheblichen Schutz. Mit zunehmender Blockgrösse absorbiert der Wald sogar mehr Energie, weil die Baum-Trefferwahrscheinlichkeit steigt. Dabei wirken dicke Bäume besser gegen Grossblöcke als viele dünne Bäume.
- Ca. 20 Grossblöcke von über 8 m<sup>3</sup> wurden beim Felssturzereignis von Bäumen aufgehalten. Diese Blöcke wären ohne Wald mit grosser Wahrscheinlichkeit bis auf die Autobahn vorgestossen, was das Risiko weiterer Todesopfer massiv erhöht hätte.
- Der Wald wirkt auch gegen 20 m<sup>3</sup> grosse Blöcke bremsend und ablenkend, was entsprechend geringere Energien und kürzere Anhaltestrecken zur Folge hat.
- Ein intakter Schutzwald reduziert die Anhaltedistanz der Sturzblöcke massiv. Im Wilerwald verkürzte sich die Anhaltestrecke durch den Wald auf ein Viertel im Vergleich zum unbewaldeten Zustand.



Der Wald brems auch Grossblöcke  
*The forest was effective in braking large boulders*



Der neue Schutzdamm während der Bauphase 2007  
*The new catching dam during construction in 2007*

of the forest was low, the results clearly suggested the opposite and showed the degree to which the forest mitigated the effects of this event. The main results showed that the forest:

- had a braking and catching function both in the deposition area and in the steep transit zone (70% inclination)
- retained all boulders up to a volume of 5 m<sup>3</sup>
- was protective even against larger boulders; the effectiveness increased with larger debris because of the higher likelihood of collision with a tree stem; thus, thicker tree stems were better than several thinner stems
- effectively stopped approximately 20 large boulders with a volume >8 m<sup>3</sup>; without the forest these would have likely reached the highway and increased the risk of fatalities
- had a braking and deflecting effect on large boulders with a volume of 20 m<sup>3</sup>, dissipating the energy and reducing the fall distance
- significantly reduced the fall distance (to one-fourth compared to non-forested areas).



## Felsstürze und Massnahmen 2012 über der SBB-Eisenbahn-Strecke

### *The 2012 rockfall event on the SBB railway line*

Die im nationalen und internationalen Nord-Süd-Verkehr bedeutende Eisenbahn-Gotthardstrecke ist an vielen Stellen durch Naturfahrenprozesse gefährdet. Trotz unzähligen Schutzbauwerken sowie Überwachungs- und Alarmsystemen zeigt die Natur hin und wieder, dass der Mensch nicht alles kontrollieren und beherrschen kann. So ereigneten sich im Jahre 2012 bei Gurtneilen an praktisch gleicher Stelle trotz geologischen Untersuchungen und ausgeführten Sofortmassnahmen nacheinander drei Felsstürze.

#### Ereignisse 2012

Am 7. März 2012 ereignete sich bei Bahnkilometer 53.25 in Gurtneilen ein Felssturz mit einem Volumen von ca. 400 m<sup>3</sup>. Der über 100 Jahre alte Schutzdamm oberhalb des Eisenbahn-Trassees hielt praktisch die gesamte Sturzmasse auf. Lediglich einzelne Blöcke überrollten den Damm und stürzten auf das Bahntrassee. Es gab keine grösseren Schäden an der Bahninfrastruktur. Allerdings musste die Bahnlinie für 5 Tage gesperrt werden.

Am 5. Juni 2012 ereignete sich aus der angrenzenden Felspartie ein erneuter Felsabbruch von einer geschätzten Ausbruchkubatur von ca. 3 000 m<sup>3</sup>. Diesmal wurde der alte Schutzdamm vollständig zerstört und das Bahntrassee überschüttet. Vereinzelt grosse Sturzblöcke überrollten das Trassee und gelangten bis in die Reuss. Bei diesem Ereignis wurde ein Bauarbeiter durch die Felsmassen verschüttet und getötet. Da in der Felswand anschliessend verschiedene instabile Felsbereiche festgestellt wurden, mussten im Anschluss an das Ereignis ein umfangreicher Sprengabtrag von rund 2000 m<sup>3</sup> Fels an der Abbruchstelle getätigt und ergänzende Sicherungsarbeiten vorgenommen werden. Die Bahnstrecke blieb in dieser Zeit für rund einen Monat gesperrt. Kurz vor Abschluss der Sicherungsarbeiten ereignete sich am 14. November 2012 ein weiterer Felsabbruch mit rund 200 m<sup>3</sup>. Der grösste Block, der bis auf das bergseitige Gleis stürzte und das gesamte Bahntrassee in diesem Bereich beschädigte, hatte eine Kubatur von rund 90 m<sup>3</sup>. Dieser Block durchschlug das im Sommer 2012 erstellte Steinschlagschutznetz. Dank

This major north-south railway line is exposed to natural hazards in many sections. Though there are several constructions and monitoring/alarm systems, nature has proven many times that human interventions are limited. In 2012 a series of three rockfall events occurred near Gurtneilen in the same area despite post-event geological investigations and prevention measures.

#### The 2012 event

On 7 March 2012, a rockfall event with a volume of ca. 400 m<sup>3</sup> occurred near Gurtneilen at railway km 53.25. The century-old protection dam above the railway track retained almost all of the material. Only single boulders landed on the railway. There was no major damage to the railway infrastructure, though the line was closed for five days.

On 5 June 2012 ca. 3 000 m<sup>3</sup> of material was released from the adjacent zone, destroying the dam and completely covering the railway track. Large boulders crossed the tracks and landed in the Reuss. A construction worker was buried and died in the depositions. Following the event, visibly unstable masses in the release zone were blasted (ca. 2000 m<sup>3</sup>) or secured. The railway was closed for a month. Just before concluding the work in this area, an additional event occurred on 14 November 2012 with a volume of ca. 200 m<sup>3</sup>. The largest block was 90 m<sup>3</sup> and damaged the railway track and punctured the protection nets installed in summer 2012. Fortunately, the warning system in the net was triggered and rail traffic could be informed and halted in time. The railway was closed for four days to remove the block and repair the tracks.

#### Natural hazard prevention and mitigation measures

It is not technically or financially possible to achieve absolute safety in risk management. For this reason the Swiss Federal Railways sets protection goals that provide a framework to describe the level of tolerable risk, for example:

– individual risk of death <1x10<sup>-5</sup> fatalities per year,

der im Schutznetz installierten Warnanlage konnte der Zugverkehr rechtzeitig angehalten werden. Bis der Block entfernt und die Bahnlinie wieder instand gestellt werden konnte, blieb die Bahnlinie für weitere vier Tage geschlossen.

### Naturgefahrenprävention und Massnahmen

Absolute Sicherheit im Management von Naturrisiken ist weder technisch erreichbar noch finanziell tragbar. Aus diesem Grund legt die Schweizerische Bundesbahn (SBB) Schutzziele fest, welche das Mass des tolerierbaren Risikos umschreiben. Die Schutzziele sind von der SBB wie folgt definiert:

- Individuelles Todesfallrisiko kleiner als  $1 \times 10^{-5}$  Todesfälle pro Jahr gemäss PLANAT-Vorgaben
- Physischer Schutz der Bahninfrastruktur von einem 100-jährigen Ereignis, unter Berücksichtigung der kritischen Grössen

Szenarien für gravitative Prozesse, die nicht zu einer Entgleisung eines Zuges führen können, werden in der Regel nicht verbaut oder eliminiert und sind für die Risikobetrachtungen nicht relevant. Dabei gelten als kritische Grössen für die Entgleisung eines Zugs durch Naturgefahren folgende Werte:

- Stein- und Blockschlag: Blockgrösse mit Durchmesser  $>0.3$  m
- Überschwemmung, Murgang, Hangmure, Lawine: Übersaarung/Ablagerungsmächtigkeit  $>0.3$  m

Für die Massnahmen im Felssturzgebiet Gurtellen wurde als Zielsetzung definiert, dass Unterbrüche in Folge von Sturzereignissen mit einer statistischen Wiederkehrperiode von 100 Jahren verhindert werden. Dazu wurden technische, biologische und organisatorische Massnahmen umgesetzt bzw. werden noch ausgeführt.

Unter technischen Massnahmen gehört ein Abtrag der absturzgefährdeten Felskörper durch Felsreinigung und Sprengung. Ferner wurde die Felsoberfläche an kritischen, aufgelockerten Felspartien mit Netzen abgedeckt oder lokal vernagelt. Einzelne Kluftkörper wurden mit einer Betonunterfangung und Vernagelungen stabilisiert. Über die ganze Perimeterbreite der Schutthalde wurde ein Stein-



Felssturz vom 5. Juni 2012 (Foto: SBB AG)  
*Rockfall event on 5 June 2012 (Swiss Federal Railways)*

according to the PLANAT guidelines

- permanent defence measures dimensioned for a 100-year event (i.e. considering expected magnitude and other parameters) for rail infrastructure.

Scenarios for gravitational processes that would not lead to derailment of a train are generally not considered or relevant for the risk assessment.

The critical size for derailment of a train is estimated by hazard type:

- block and rockfall: diameter  $>0.3$  m
- flooding, debris flows, hillslope debris slides, avalanches: deposition height  $>0.3$  m

The main objective in the rockfall-prone area near Gurtellen is to prevent interruptions or closures on the route following events (up to a 100-year event). The project involved technical, biological and organisational measures, some of which are still being completed. The technical measures comprised blasting or other techniques to remove unstable material. Areas with loose material were stabilised with nets or nails. Cement and anchors were used



Abb. 4.2: Felssturz vom 14. November 2012 (Foto: SBB AG)  
*Rockfall event on 14 November 2012 (Swiss Federal Railways)*

schlagschutznetz mit einem Energieaufnahmevermögen von 1000 kJ erstellt. Die Kosten für diese Massnahmen haben rund 11 Mio. Franken betragen. Die verschiedenen Felsstürze haben den Waldbestand stark in Mitleidenschaft gezogen. Die offenen Flächen oberhalb der Schutznetzanlage wurden wieder aufgeforstet, damit der Schutzwald in Zukunft wieder einen Teil der Schutzfunktion aufnehmen kann.

Als organisatorische Massnahme wurde ein Überwachungskonzept der Felswand ausgearbeitet. Dieses sieht automatische messtechnische Überwachungen wie z.B. Extensometer und Telejoinmeter vor. Daneben werden Begehungen in der Felswand mit optischer Kontrolle und Handmessungen durchgeführt. Das Schutznetz wurde mit einer Sentinel-Warnanlage ausgerüstet. Dieses registriert Erschütterungen und Deformationen im Netz. Je nach Intensität wird ein Alarm an die SBB-Betriebszentrale und an das Operating Center Infrastructure weitergeleitet, welche die entsprechenden Interventionen auf den Zugverkehr auslösen.

to stabilise unstable large block structures. A rockfall net with an energy dissipation capacity of 1000 kJ was installed along the deposition area.

These interventions cost ca. 11 million francs. The repeated exposure to falling debris has taken a toll on the forest stand. The open area above the protection nets was afforested and should fulfil a protective function in future.

The organisational measures refer to a monitoring concept with automatic instruments (such as extensometers and telejoinmeters) and manual investigations (visual control and measurements). The protection net is equipped with a Sentinel alarm system, which registers vibrations and deformations in the net. Depending on the intensity, an alarm signal is sent to the headquarters of the Swiss Federal Railways and forwarded to the operating centre, who informs and manages rail traffic as necessary.

# Lawinenverbauung Geissberg

## *Technical avalanche protection measures, Geissberg*

### Ereignisse und Massnahmen

Der hoch über Gurtellen thronende Geissberg galt seit jeher als sehr lawinengefährlich. Der erste dokumentierte Lawinenniedergang mit Schäden stammt bereits aus dem Jahre 1687. Damals forderte eine Lawine am Geissberg 10 Menschenleben und 110 Tiere fanden den Tod. Seither finden sich in der Lawinenchronik regelmässig Einträge zu Lawineno-pfern und Schäden durch Lawinen.

Beispielsweise zerstörte eine Lawine im Jahr 1942 mehrere Wohnhäuser und 26 Ställe, wobei neun Menschen nur noch tot geborgen werden konnten. Durch die Wucht derselben Lawine wurden vier Wagen eines Güterzuges auf der Gotthard-Bahnstrecke aus den Schienen geworfen.

Im Jahre 1956 wurde mit einem Ja an der Gemeinde-versammlung von Gurtellen der Startschuss für die Lawinenverbauungen gelegt. Das damalige Projekt sah vor, die Anrissgebiete vom Bergkamm bis auf ca. 1900 m ü.M. hinunter mit permanenten Stützwerken zu verbauen. Im Schutz dieser Verbauungen sollte dann das unterliegende Gebiet aufgeforstet werden.

Von 1957 bis 2012 wurden in fünf Bauetappen insgesamt 15 000 Laufmeter Stützverbauungen und Schneenetze installiert. Dabei wurde eine Fläche von rund 50 ha verbaut. Durch die 55-jährige Bauphase kamen im Laufe der Zeit die unterschiedlichsten Werktypen zum Einsatz. Der Geissberg ist daher ein eigentliches «Museum» hinsichtlich Verbauungstypen. Zum grössten Teil wurden Stahlwerke in Form von Schneerechen und Schneebrücken eingesetzt. Daneben finden sich aber auch einfache Steinmauern, Netze, einzelne Werke aus Aluminium und temporäre Holzverbauungen. Mitte der 1980-iger Jahre wurde durch den Einsatz der neuen Bohrtechnik die Foundation der Stützwerke mittels Mikropfahl und Zuganker wesentlich erleichtert.

Neben diesen technischen Massnahmen wurden am unteren Rand der Verbauungen auch Aufforstungen getätigt. Die Gesamtkosten der erstellten Lawinenverbauungen sowie der Aufforstungsmassnahmen betragen rund 25 Mio. Franken.

### Event and prevention measures

The slopes of Geissberg stretch high above Gurtellen and have always been considered an avalanche hazard for the area. The first record of a major avalanche was in 1687, with a death toll of 10 people and 110 animals. Since then, the archives contain frequent entries of victims and damage caused by avalanches.

In 1956 the municipal council in Gurtellen voted in support of technical constructions. The plan was to cover the release zone with permanent structures, from the ridge down to ca. 1900 m, and afforest lower areas.

Between 1957 and 2012 a total of 15 000 running metres of constructions and snow nets were installed in five phases over an area of ca. 50 hectares. A wide variety of structures were installed within this 55-year construction period, making the Geissberg a current day museum. The most common structures were steel snow bridges and snow rakes, though there were also simple stone walls, nets, single aluminium constructions and wooden supporting structures. In the mid-1980s new drilling techniques and use of micropiles and tension anchors made it easier to build foundations. The area below the constructions was later afforested. In total, the technical constructions and afforestation cost 25 million francs.

### Risk assessment

Though the terms “integrated risk management” and “hazard maps” did not exist 50 years ago at the beginning of this project, there were nevertheless careful calculations about damage potential. Gurtellen has always been significant for the region and a protection priority because the terraces surrounding the village are one of the few existing useable (agricultural) spaces in this steep upper valley. Even at that time it was home to ca. 350 people and 450 animals (livestock) permanently residing in this avalanche-prone area. The Swiss Federal Railways contributed financially to the avalanche project because the railway also profited from the protection constructions.



## Risikoüberlegungen

Wenn auch zu Beginn des Verbauungsprojektes vor mehr als 50 Jahren Begriffe wie Integrales Risikomanagement oder Gefahrenkarten unbekannt waren, wurden bereits damals Überlegungen zum Schadenpotenzial angestellt. So bildet die Geländeterrasse von Gurtellen Dorf noch heute eine der wenigen, geschlossenen Landwirtschaftsflächen im oberen Urner Reusstal, auf denen rationell gewirtschaftet werden kann. Im durch Lawinen gefährdeten Gebiet lebten zu dieser Zeit rund 350 Personen und 450 Nutztiere. Dem Gebiet kam daher eine grosse Bedeutung zu, welche es zu schützen galt. Auch die Bahnlinie unterhalb von Gurtellen Dorf hat von der Lawinenverbauung profitiert, weshalb sich auch die Schweizerische Bundesbahnen SBB an den Kosten beteiligten.

Für die letzte Bauetappe von 2002 bis 2012 wurden Risikoüberlegungen stärker miteinbezogen und auch Nutzen-/Kostenanalysen erstellt. Diese haben für die letzte Bauetappe eine knappe Kostenwirksamkeit von 1.0 aufgezeigt.

Durch die getätigten Schutzmassnahmen sind heute der geschlossene Dorfteil von Gurtellen sowie ein grosser Teil der Streusiedlung vor Lawinen geschützt. Trotzdem verbleiben einige Wohn- und Landwirtschaftsgebäude im Gefahrengebiet. Diese Gebäude sind mit Objektschutz versehen, da ein weiterer Verbau unverhältnismässig gewesen wäre.



Eingeschneite Lawinenverbauung am Geissberg im Winter 2012 (Foto: H.M. Henny) *Snow-filled avalanche supporting structures on Geissberg in the winter of 2012 (H.M. Henny)*

In the last construction phase from 2002 to 2012, risk assessment and cost-benefit analyses played a larger role in the planning process. The most recent results suggest a cost effectiveness of 1.0 for the last construction phase.

The level of protection has increased greatly for Gurtellen and many of the surrounding residences. For the other areas, i.e. residential and agricultural plots located in hazard zones, targeted protection of single objects was the most cost-effective solution.



Lawinenunglück vom 22. April 1917 (aus: V. Sicher, 1973)  
*Avalanche on 22 April 1917 (V. Sicher, 1973)*



Das Lawinenereignis vom 31. Januar 1942 hob Güterwagons aus den Schienen (aus: V. Sicher, 1973).  
*A derailed cargo train after the avalanche on 31 January 1942 (V. Sicher, 1973).*



# Hochwasserschutzprojekt Urner Talboden

## *Flood protection project*

### Ausgangslage

Das Hochwasser vom 22./23. August 2005 hat das Hauptsiedlungsgebiet des Kantons Uri, den sogenannten Urner Talboden schwer getroffen. Das wichtigste Industriegebiet des Kantons stand unter Wasser. Schäden von weit über 300 Mio. Franken waren die Folge. Ähnliche Szenarien gab es bereits in den Jahren 1910 und 1977. Jedes Mal war die Ursache die gleiche: Bei der Mündung des Schächens in die Reuss treffen zwei Gewässer von ganz unterschiedlichem Charakter aufeinander. Die Reuss vermag das Geschiebe vom Schächen nicht weiter zu transportieren. In der Folge lagert sich der Schutt im Schächen ab und verwehrt dem Wasser den direkten Abfluss. Holz und zahlreiche Brücken im Mündungsbereich erschweren die Situation zusätzlich.

Nach jedem Grossereignis wurden umfangreiche Massnahmen getroffen. Die grösste Verbesserung brachte die gepflasterte Bachschale ab der Schattdorfer Schächenbrücke bis zur Mündung.

Damit verlagerte sich das Geschiebeprobem definitiv an die Mündung. Dies konnte am 31. Juli 1977 auf eindrückliche Art beobachtet werden. Eine wesentliche Verbesserung sollte der 1980 gebaute Geschiebesammler in Bürglen mit einem Auffangvolumen von ca. 100 000 m<sup>3</sup> bringen. Dieses Schutzbauwerk reagierte in der Nacht vom 22./23. August 2005 für alle Beteiligten unerwartet. Wie vorgesehen füllte sich der Sammler, dann aber vermochte der lang anhaltende hohe Wasserdruck den Ausfluss zu öffnen und der Sammler entleerte sich rasch. Dieser Vorgang wiederholte sich mehrmals.

Um in Zukunft Bevölkerung, Gewerbe und Industrie vor den Folgen von Unwettern zu schützen, genehmigte das Volk am 8. Februar 2009 einen Kredit von 161 Mio. Franken. Das Hochwasserschutzprojekt Urner Talboden ist das Schlüsselprojekt des neuen Hochwasser-Schutzprogramms.

### Schutzziele und Konzept

Auf der Grundlage der «Richtlinie für den Hochwasserschutz» des Kantons Uri vom 9. Juni 1992, die sich mit derjenigen des Bundes deckt, ist das Projekt so

### Background

The flooding on 22–23 August 2005 severely affected the most densely settled part of Canton Uri, known as the “Urner Talboden”. The biggest industrial area of the canton was completely flooded and the total damage costs exceeded 300 million francs. Similar events were recorded in 1910 and 1977. In all three cases the problem zone was the confluence of the Schächen and the Reuss, two rivers with distinctly different characteristics. The sediment from the Schächen is not sufficiently cleared in the Reuss and the deposits hinder outflow. The many bridges and woody debris in this area worsen the situation. A series of interventions were done following each of these large events. The biggest improvement came after stabilising the channel bed with paving blocks in the section between the bridge and the mouth of the river. After this, sediment tended to deposit lower down at the confluence, which was especially apparent in the event on 31 July 1977. A major improvement was made in 1980 with the construc-



Überlaufender Schächenkanal  
*Overflow channel in the Schächen*



RUAG-Geschiebesammler nach Fertigstellung  
Retention basin near the RUAG factory

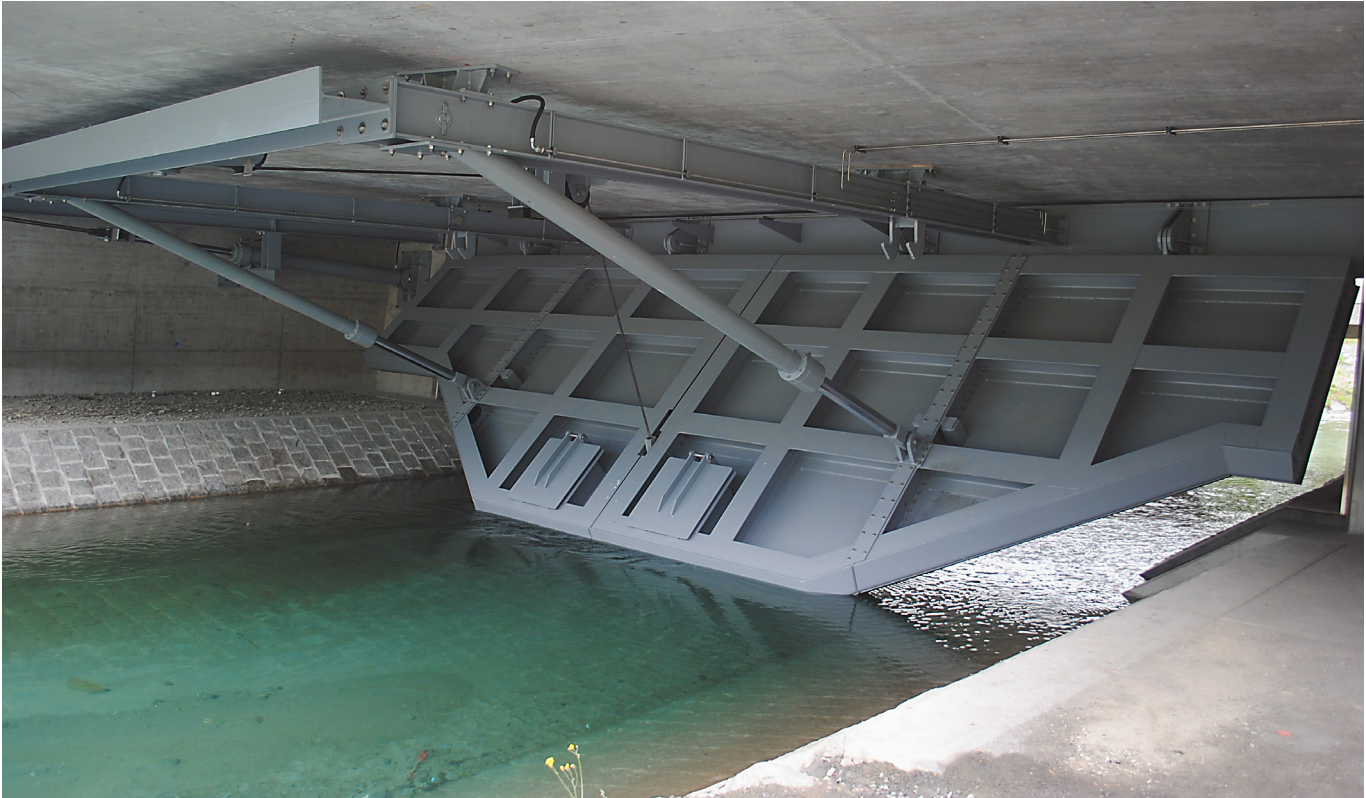
ausgelegt, dass Siedlungsgebiete gegen direkte Schäden eines 100-jährlichen Ereignisses ( $HQ_{100}$ ) geschützt sind. Aufgrund der besonderen Situation erhalten die sensiblen Industriegebiete einen erhöhten Schutz bis zu einem 300-jährlichen Ereignis ( $HQ_{300}$ ). Da die Ebene von Schattdorf nicht nur durch den Schächen, sondern auch durch Reuss und Stille Reuss gefährdet ist, gelten die genannten Schutzziele gegen alle drei Gewässer.

Wie erwähnt, liegt das Hauptproblem bei der Schächenmündung. Obwohl der bestehende Geschiebesammler in Bürglen mit einer regulierbaren Verschlussklappe nachgerüstet wurde, ist der Geschiebeeintrag im Mündungsbereich immer noch zu gross. Es braucht zusätzliche Massnahmen. Neue Sohlenstabilisierungen und Verstärkungen der Ufer oberhalb der Schattdorfer Schächenbrücke leisten einen Beitrag dazu und vermindern gleichzeitig die Gefahr eines seitlichen Ausbrechens. Das zentrale

tion of the retention basin in Bürglen (capacity 100 000 m<sup>3</sup>). In the 2005 event the basin was effective in retaining material, though not quite as expected—the basin was filled but the high water pressure eventually caused the outflow area to open and the basin drained. This happened several times. If no further interventions had been made, storms and flooding would continue to be a problem for the residents, businesses and industry in this area. On 8 February 2009, locals voted in favour of a credit of 161 million francs for a flood protection project in this region, which would become a pivotal initiative in modern flood protection.

### Protection goals and concept

The protection goals were formulated based on cantonal guidelines for flood protection published on 9 June 1992, which are in accordance with federal guidelines. The main goal was to achieve protection of settlements in a 100-year event ( $HQ_{100}$ ) and,



Verschlussklappe Stille Reuss  
*Flood gates on the Stille Reuss*

Element ist ein Geschiebesammler auf der rechten Schächenseite im Fabrikareal der RUAG. Gleichzeitig wurde das gegenüberliegende Schächenufer erhöht, um einen Ausbruch Richtung Industriegebiet Schattendorf wie 2005 zu verhindern. Zusätzliche Massnahmen waren an den zahlreichen Bahn- und Strassenbrücken oberhalb der Schächenufer erforderlich. Die Erhöhung der Hochwassersicherheit der Reuss erfolgte im Rahmen des Hochwasser-Schutzprogramms 1987 und der Renaturierung des Reussdeltas. Unter anderem wurde der Lauf der Reuss um zirka 500 m verkürzt und es 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 ausgestaltet, dass ab einem bestimmten Pegelstand 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 Sekundär-massnahmen.

because of the particular importance in this area, protection of industrial zones in a 300-year event ( $HQ_{300}$ ). For the area surrounding Schattendorf the effects of all three rivers (Schächen, Reuss and Stille Reuss) had to be considered.

The main problem zone was the confluence of the Schächen with the Reuss. Although the retention basin in Bürglen was later equipped with flood gates to regulate the degree of opening, the amount of sediment transport into the Reuss was still too high. As a first step, the channel bed was stabilised and the banks were reinforced in the section above the bridge in Schattendorf, which also reduced the chance of lateral overflow. A retention basin was built on the right side of the Schächen near the RUAG factory and the opposite bank was raised to prevent what happened in 2005, i.e. overflow in the direction of the industrial zone. In addition, smaller interventions were done on the railway bridges and road bridges over the Schächen.

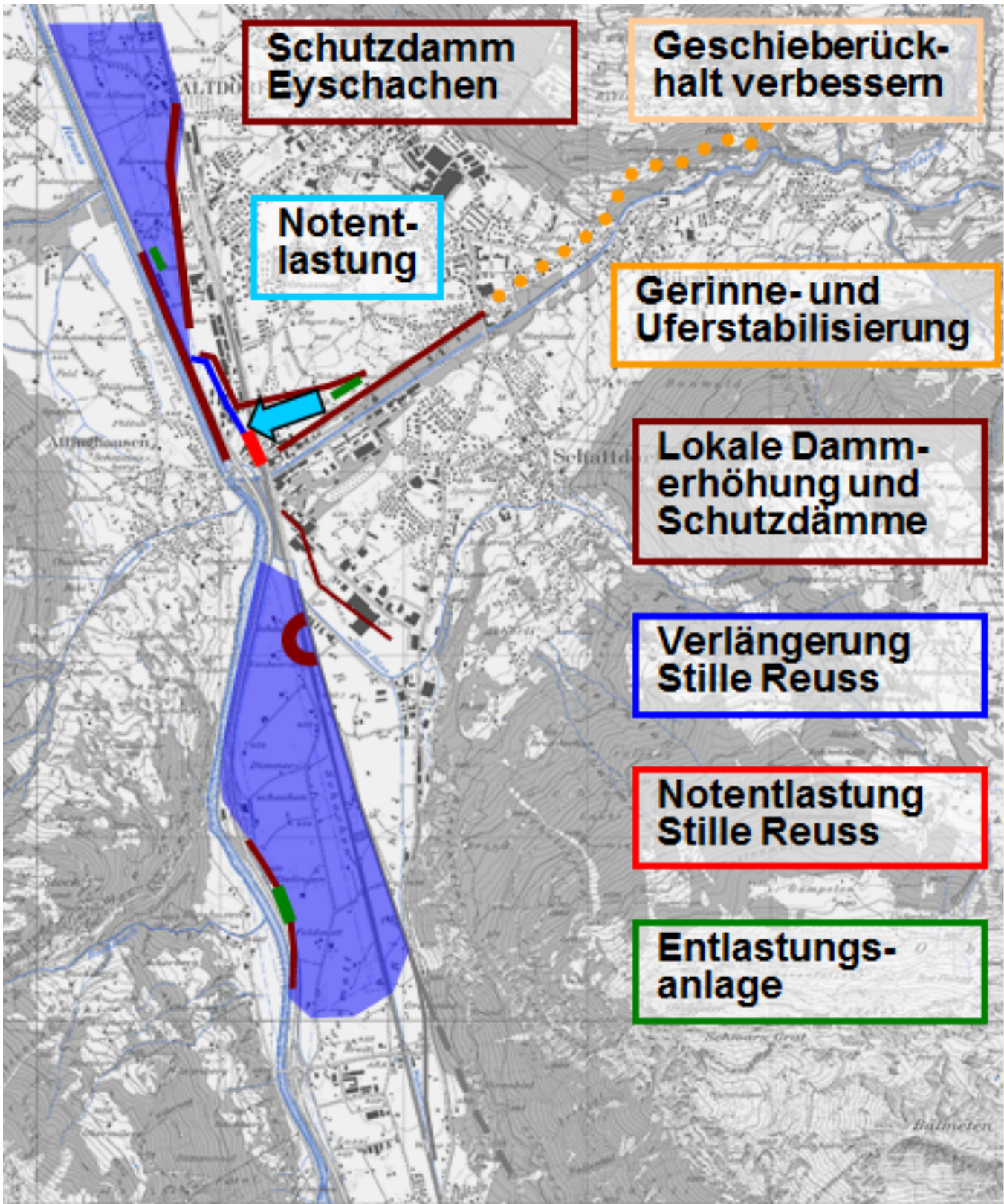
Flood protection on the Reuss was initiated in a programme in 1987 along with a renaturation project on the delta. The Reuss was shortened by ca. 500 m



Renaturierung und Aufweitung Engnis Stille Reuss  
*Renaturation and expansion of the canal, Stille Reuss*

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 verlangt. Bei sehr grossen Hochwasserereignissen dient die Ebene Schachen in Schattdorf als Überlastkorridor. Bei Abflüssen über  $HQ_{150}$  kann Reusswasser in die Ebene Schachen austreten. Dazu wird der rechtsufrige Damm oberhalb der Autobahn-Raststätte teilweise überströmbar gestaltet, um so eine kontrollierte Entlastung zu ermöglichen. Die Stille Reuss, welche die Talebene zwischen Erstfeld und Schattdorf entwässert und den Gangbach Schattdorf aufnimmt, floss ursprünglich südlich der Schächenmündung in die Reuss, was bei hohem Wasserstand in der Reuss zu Rückstau und Überflutung des späteren Schattdorfer Industriegebietes führte. Mit dem Bau des Schächenkanals ab 1910 verlegte man die Einmündung der Stillen Reuss nach

and overflow corridors were added north of the bridge near Attinghausen. A wall was erected on the eastern side of the highway and a dam along the railway. The Reuss dam (orographic right side) is designed to divert water off the highway and into the lake when a threshold water level is reached. The most recent project extended these original flood protection initiatives by adding a third drainage system and various other secondary measures. Flood protection in Erstfeld-Schattdorf has a different history. Funding for flood protection after the event in 2005 was invested into the area between Erstfeld and Attinghausen up to the railway line. The situation in the narrow passage in Attinghausen remained a problem zone and required additional interventions. In large flood events the flat area around Schattdorf serves as a natural overflow corridor. The Reuss can overflow when the discharge is larger than  $HQ_{150}$ . As a partial solution, the dam above the rest area on the highway (orographic right side) was designed to allow overflow in some sections.



Übersichtsplan Schächenmündung  
 Overview map of the confluence of the Schächen



Norden und verbesserte so die Situation. Dazu musste die Stille Reuss unter dem Schächen hindurch geführt werden. 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 erhöhte sich wieder die Rückstaugefahr.

Die Massnahmen an der Stillen Reuss sind recht umfangreich. Einerseits wurde der Durchlass unter dem Schächen stark aufgeweitet 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 Talbodens ist es, eine erneute Überschwemmung der Schattdofer Ebene zu verhindern. Die oben beschriebenen Massnahmen am Schächen genügen dazu nicht. Vielmehr muss das Gebiet vor der Reuss geschützt werden. Der neue NEAT-Damm bildet dazu ein ideales Bollwerk.

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.

### Termine und Kosten:

Mit der Ausführung wurde im Jahr 2010 begonnen. Die Arbeiten sollten im Sommer 2016 beendet sein. Die Kosten betragen rund 75 Mio. Franken

The Stille Reuss drains the area between Erstfeld and Schattdorf and receives inflow from the Gangbach. The Stille Reuss originally flowed into the Reuss south of the Schächen. High water level in the Reuss creates backflow and flooding in the area that later became the industrial zone of Schattdorf. In 1910 the confluence of the Stille Reuss was repositioned northwards using a canal and culvert under the Schächen. Though this improved the situation, the engineers overlooked the fact that overflow out of the Schächen could block the opening of the canal. This occurred in the 1977 and 2005 events. Construction of the A2 highway in the 1970s took priority and the Stille Reuss was shortened by ca. 300 m, which increased the chance of backflow in the canal.

In the last decades, there have been several interventions on the Stille Reuss. For example, the culvert under the Schächen was widened and measures were put into place to prevent backflow if the Schächen flooded. Secondly, the original form of the river was re-established (channel length and location of the confluence) by creating a new channel east of the A2 with a culvert under the highway. Efforts were made to design the channel as natural as possible. One of the main aims of this project was to prevent flooding in the area around Schattdorf. Previous interventions in the Schächen were not sufficient and additional measures are needed in the Reuss. The first step is the NEAT (Neue Eisenbahn-Alpentransversale) dam.

Any backlog in the Stille Reuss near the railway bridge used to pose a risk for the industrial zone in Schattdorf. In this project, an underground canal was placed parallel to the NEAT track to increase capacity in case of emergencies. Secondly, a wall was constructed along the Still Reuss in the section flowing through the industrial zone.

### Dates and costs

The building phase started in 2010 and is expected to be completed in summer 2016. The project cost ca. 75 million francs.

# Quellen und Literatur

## *Resources*

Schubiger AG / Geotest AG, Oktober 2012:  
SBB Strecke Zgraggen-Gurtnellen, Sofortmassnahmen Felssturz vom 5. Juni 2012, Gurtnellen

Ashwanden Josef, 1994: Lawinenverbauung  
Geissberg-Gurtnellen

Frey Werner, WSL, 2000: Monetärer Wert  
der Schutzwirkung des Gebirgswaldes

Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im  
Schutzwald, NaIS (BUWAL, 2005)

Ing. Büro Urs Thali, November 2006: Wilerwald  
Gurtnellen; Spurensicherung und Schutzwirkung  
des Waldes

Eduardo Frei, 4.3.2005: Naturgefahren – Natürliche  
Gefahren oder gefährliche Natur, Luzerner Bau-  
kolloquium

Geologie des Kantons Uri, 2011: Naturforschende  
Gesellschaft Uri – Bericht Nr. 24

Valentin Sicher, 1973: Gurtnellen, eine Schweizer  
Berggemeinde

Kanton Uri, Amt für Tiefbau, 2008; Hochwasser  
schutz Urner Talboden

**Autor**  
***Author***

Amt für Forst und Jagd  
Klausenstrasse 2  
6460 Altdorf

Amt für Tiefbau  
Klausenstrasse 2  
6460 Altdorf

