



INTERPRAEVENT

2016 – Lucerne, Switzerland

Exkursionsführer Weggis, EX1
Excursion Guide Weggis, EX1

INTERPRAEVENT 2016

RISIKOMANAGEMENT DER GEMEINDE WEGGIS ***RISK MANAGEMENT IN THE MUNICIPALITY*** ***OF WEGGIS***

Mittwoch, 1. Juni 2016
Wednesday, 1 June 2016

**Integrales
Risikomanagement**

**Integrated Risk
Management**



Exkursionsprogramm Excursion program

ÜBERSICHT

Weggis, ein Dorf mit 4400 Einwohner/-innen, liegt in südwestlicher Exposition am Fuss der Rigi und am Ufer des Vierwaldstättersees. Naturgefahren bilden eine ständige Herausforderung: Bäche fließen durchs Dorf, deren Einzugsgebiete klein, steil und wetterexponiert sind. Entsprechend kurz sind die Vorwarnzeiten vor Hochwasser. Von den mächtigen Felsbändern, den so genannten Riginen, drohen Grossblockschlag und Felssturz, aus dem Lockergestein kleine und grosse Rutschungen. Und: Erdbeben können auf dem Vierwaldstättersee mehrere Meter hohe Tsunami auslösen.

Dass es sich an dieser idyllischen Lage trotzdem gut und sicher leben lässt, ist dem vorbildlichen, integralen Risikomanagement der Gemeinde Weggis zu verdanken. Dieses vorzustellen ist das Ziel dieser Exkursion.

Willkommen in Weggis!

OVERVIEW

The village of Weggis (population 4400) has a southwestern exposure and is located at the foot of Mount Rigi on the shore of Lake Lucerne. The torrents in this area have small but steep catchments and offer little warning before a flood event. Other hazards include rockfall (from the rock faces known as Riginen) and landslides, as well as earthquake-triggered, several metre-high tsunamis on Lake Lucerne. Weggis is an idyllic and safe village despite this because of the municipality's efforts and dedication to integrated risk management. This excursion gives participants an insight into the exemplary work in this municipality.

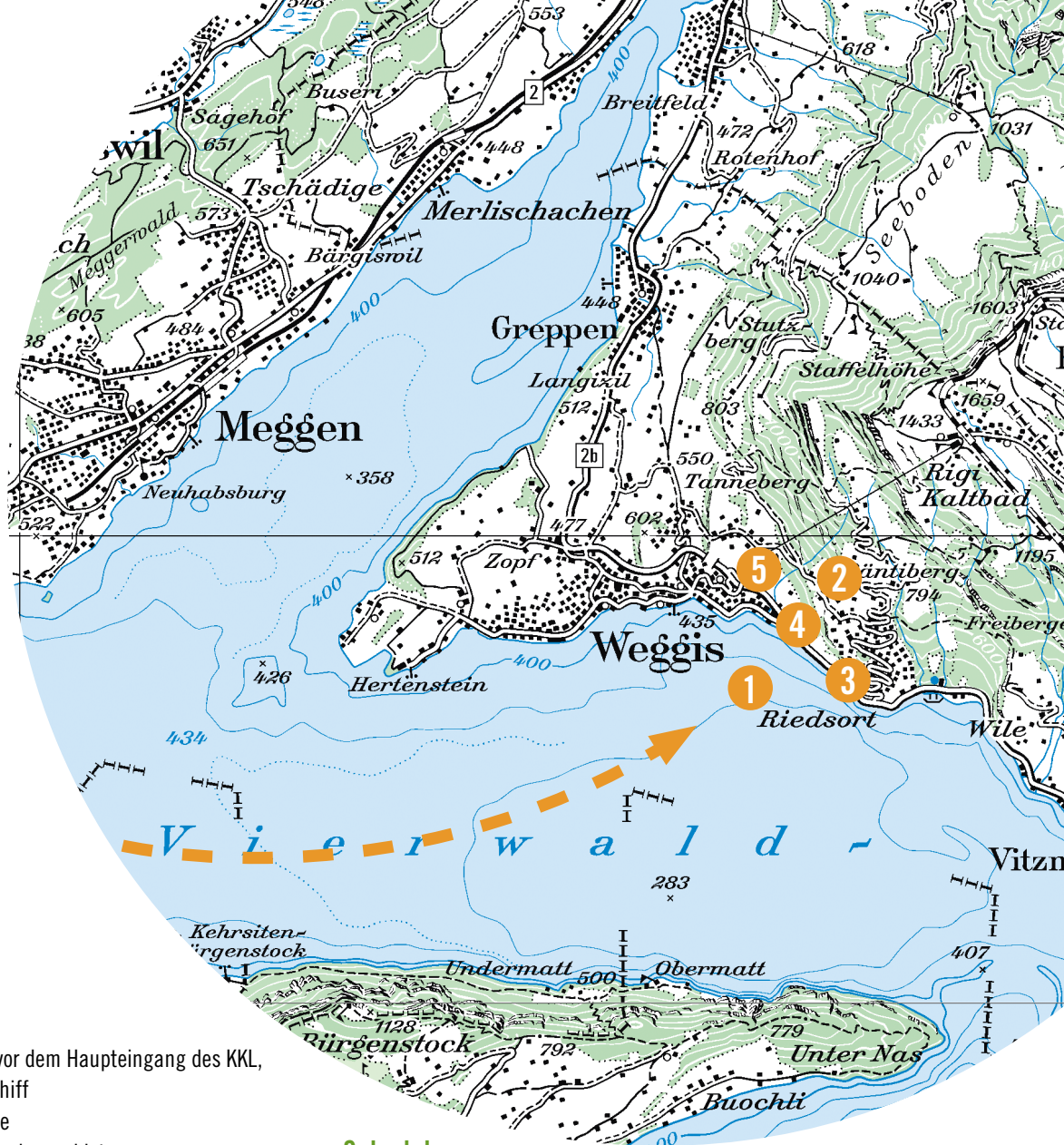
Welcome to Weggis!

Inhalt

3	Exkursionsprogramm
4	Risikomanagement der Gemeinde Weggis
5	Geologie
6	Gefahrenpotenzial Sturz Bodenberg
7	Überwachungsprogramm
8	Gefahrenkarte
9	Nutzungsplanung
10	Aussiedlung Horloui
12	Schutzbauten Laugneri West
14	Schutzbauten Laugneri Ost
16	Hochwasserschutzprojekt Rubibach
18	Notfallplanung Naturgefahren
20	Erdbebengefährdung Luzern
21	Tsunami Vierwaldstättersee
22	Erdbebevorsorge
23	Quellen und Literatur

Content

4	Risk management in the Municipality of Weggis
5	Geology
6	Hazard potential from rockfall: the Bodenberg example
7	Monitoring programme
8	Hazard map
9	Land use planning
10	Permanent resettlement of Horloui
12	Protection structures at Laugneri West
14	Protection structures at Laugneri East
16	Flood protection project in the Rubibach torrent
18	Emergency planning
20	Earthquake risk in Lucerne
21	Tsunami risk on Lake Lucerne
22	Earthquake preparedness in Canton Lucerne
23	References



Zeitplan

- 07.45 Besammlung vor dem Haupteingang des KKL,
Abfahrt mit Schiff
① Auf dem See
Übersicht Exkursionsgebiet
- 09.10 Ankunft Weggis, Umstieg in Kleinbusse
- 09.30 ② Weggis, Bodenberg
Gefahrenpotenzial Felssturz, Überwachung
- 11.00 Weggis, Mehrzweckhalle: Pause mit
Zwischenverpflegung,
③ Projekt Aussiedlung Horloui
④ Projekt Schutzbauten Laugneri
- 11.45 ④ Weggis, Laugneri
Schutzbauten Laugneri West
Baustelle Laugneri Ost
- 13.00 Weggis, Langenzihl: Mittagessen
- 14.30 ⑤ Weggis, Rubibach
Hochwasserschutz, Notfallplanung
- 15.30 Fussmarsch zur Schiffstation
- 16:05 Abfahrt Raddampfer nach Luzern
- 16:50 Ankunft Bahnhofquai Luzern,
Fussmarsch zum Inseli
- 17:10 Luzern, Inseli: Erdbebenrisiko
- 17:30 Luzern, Inseli: Abschluss und Apéro

Die Transfers in Weggis erfolgen mit Kleinbussen.

Schedule

- 07.45 Meeting in front of the KKL main entrance,
departure by boat
① Overview of excursion area
- 09.10 Arrive in Weggis, transfer to vans
- 09.30 ② Arrive in Bodenberg
Rockfall hazard potential and monitoring
- 11.00 Arrive at the multipurpose hall
Break/refreshments
③ Resettlement of Horloui
④ Protection structures Laugneri
- 11.45 ④ Arrive at Laugneri
Protection structures Laugneri West
Construction site Laugneri East
- 13.00 Arrive at Langenzihl, lunch
- 14.30 ⑤ Arrive at the Rubibach torrent
Flood protection and emergency planning
- 15.30 Walk to Weggis jetty
- 16.05 Depart on the paddle steamer for Lucerne
- 16.50 Arrive at "Bahnhofquai Luzern", walk to Inseli
- 17:10 Arrive at Inseli: Earthquake and tsunami risk
in Lucerne
- 17:30 Concluding remarks and aperitif

Transport between sites in Weggis is provided by vans.



Risikomanagement der Gemeinde Weggis

Risk management in the Municipality of Weggis

Weggis meistert die Risiken aus Naturgefahren mit einer integralen, konsequent umgesetzten Strategie. Grundlage dafür bilden die Gefahrenkarte und das Ereigniskataster.

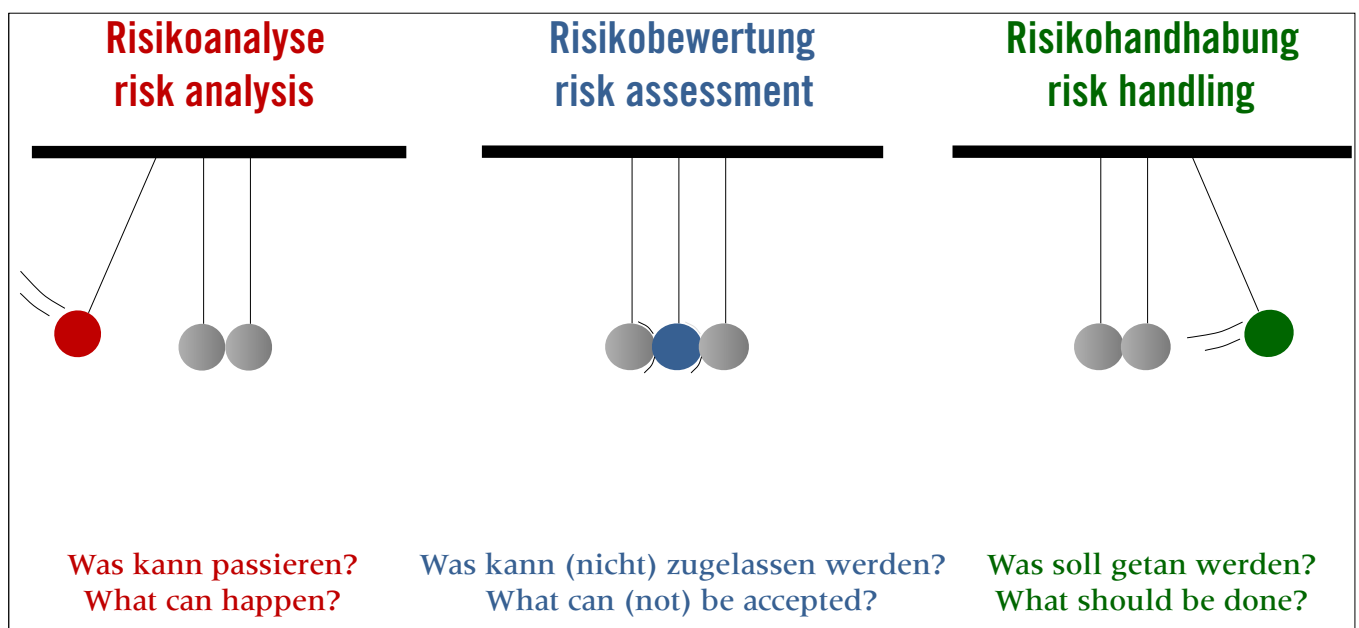
Erheblich gefährdete Gebiete wurden ausgezont, für die übrigen gefährdeten Gebiete bauliche Auflagen erlassen. Schrittweise werden grosse Schutzbauten realisiert und der Schutzwald wird im Rahmen einer Genossenschaft gepflegt.

Gesamthaft werden 140 Gefahrenstellen überwacht. Auf beunruhigende Entwicklungen wird umgehend reagiert, bei Bedarf unter Anwendung von Notrecht. Die Feuerwehr verfügt über eine aktuelle Notfallplanung.

Anlässlich der Aussiedlungen im Gebiet Horlauri (S. 10 f.) hat ein Urteil des höchsten Gerichts der Schweiz bestätigt, dass das Vorgehen der Gemeinde Weggis dem aktuellen Stand des Wissens und der Technik entspricht.

In this municipality the risk associated with natural hazards is managed using a strictly-applied and integrated approach. This is based on information contained in hazard maps and event cadastres. Building has been prohibited in high risk zones and the zoning plan was adapted accordingly. Specific conditions were imposed for other hazard zones (e.g. protection measures on buildings). Other technical measures were introduced in stages, including larger mitigation structures and a protection forest (that is managed by a cooperation).

In total 140 sites are actively monitored. If there is reason for concern or the situation escalates, authorities can take immediate action and special legal circumstances are valid in such emergency situations. A claim disputing the resettlement of Horlauri (page 10) was rejected by the Federal Court, who supported the actions taken by the municipality, declaring that they were in accordance with current know-how and technological possibilities.



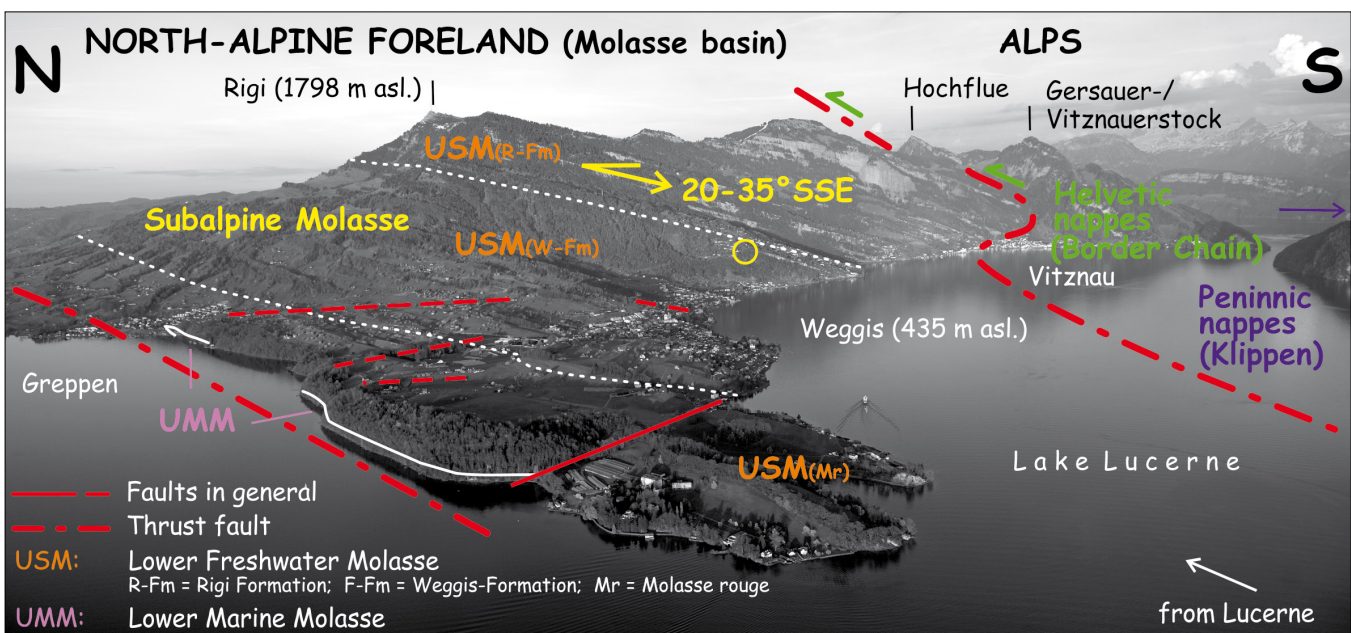
Die drei Phasen des Risikomanagements.
The three phases of risk management.

Geologie des Exkursionsgebiet

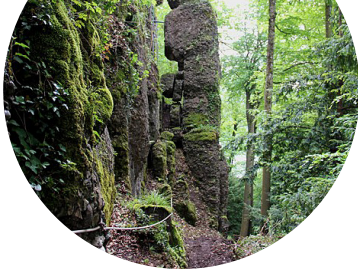
Geology

Entlang der bei Vitznau aufgeschlossenen alpinen Hauptüberschiebungszone sind mesozoische Gesteine der Helvetischen Decken auf jüngere, känozoische Molasseablagerungen überschoben. Die Rigi ist hauptsächlich aus den kontinental-fluviatilen Gesteinen der Unteren Süßwassermolasse (USM) aufgebaut, die aus einer Wechsellagerung von Konglomeraten mit Sandsteinen und Mergeln besteht. Die Molassegesteine sind mit einem Einfallen von 20 bis 35° gegen SSE gegen die ursprüngliche Schüttungsrichtung (~NNW) schräggestellt. Dieser tektonisch überprägte bzw. verdickte Bereich des südlichen Beckenrandes wird als Subalpine Molasse bezeichnet.

Along the thrust fault near Vitznau mesozoic rocks of the Helvetic nappes are thrust over younger, cenozoic Molasse deposits. Lithologically, the Rigi consists primarily of continental-fluvial sequences of the Lower Freshwater Molasse (USM). These clastic strata have alternating beds of conglomerates with sandstones and marls, dipping 20–30° SSE, i.e. in the opposite direction of sedimentation (~NNW). The Molasse sediments along the southern margin of the Molasse basin are tectonically thrust and shortened and referred to as the Subalpine Molasse.



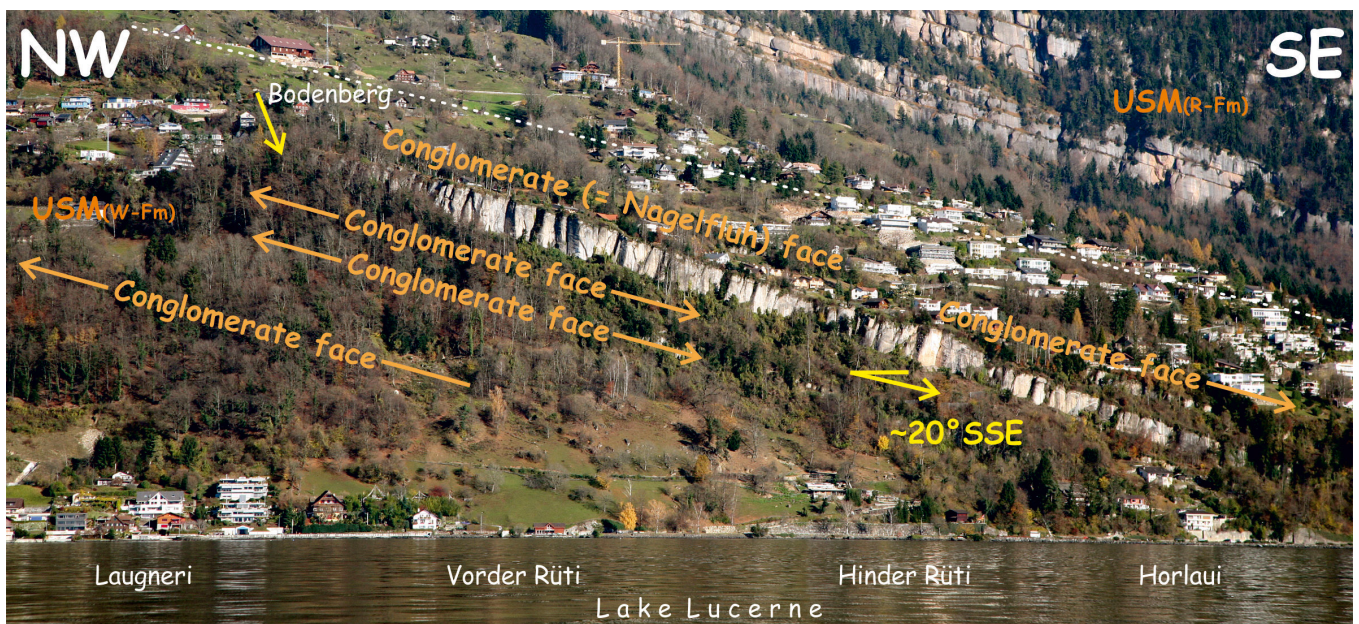
Geologisch-tektonische Übersicht zur Landschaft um Weggis. Der Standort der Felswand «Bodenberg» ist gelb eingekreist.
 Geological and tectonic overview of the area surrounding Weggis. The location of the rock face „Bodenberg“ is indicated by the yellow circle.



Gefahrenpotenzial Sturz am Beispiel Bodenberg *Hazard from rockfall: the Bodenberg example*

Der 30 bis 45° steile Hang über dem Siedlungsgebiet Laugneri–Horlauri ist mit mehreren Felsbändern durchsetzt. Aufgeschlossenen sind dickbankige Konglomerate (=Nagelfluh) der Weggis-Formation, die mit verwitterungsanfälligen Mergeln (kalkhaltiger Silt-/Tonstein) und Sandsteinen wechsellagern. Orthogonale Trennflächenscharen bilden entlang der Nagelfluhfelswände abgelöste Felsscheiben, die auf dem Mergel fussen. Im Weiteren bildeten sich bis zu mehrere Hundert Kubikmeter grosse Felspfeiler und Felspakete sowie unterschnittene Felsüberhänge, welche für grossvolumige Ausbrüche disponiert sind.

The hillside above Laugneri-Horlauri is steep (30–45°) and has several rock bands of conglomerate interspersed with sandstones and marls (limestone silt and clay). Because of the jointing structure, sheets of conglomerate rest on the less stable marl layers. There are also potentially unstable massive blocks/pillars (several hundred cubic metres) and outcroppings.



Steilhang über dem Siedlungsgebiet Laugneri–Horlauri. Der Nagelfluhfels ist durch die orthogonalen Trennflächenscharen in Scheiben zerlegt, die auf dem verwitterungsanfälligen Mergel stehen (bewaldete Verflachungen zwischen der Nagelfluh).
The slope behind the settlement of Laugneri-Horlauri. The conglomerate has a layered form because of the jointing structure and rests on highly erodible marl layers (seen as forested ledges between the conglomerate).

Überwachungsprogramm der Gemeinde Weggis

Monitoring programme

Nach dem Unwetter vom August 2005 liess die Gemeinde Weggis ein Konzept aufbauen, welches die Überwachung der Gefahrenprozesse Sturz und Rutsch mit potenzieller Einwirkung in das Siedlungsgebiet einheitlich organisiert und regelt. Ziel ist es, Schwachstellen frühzeitig zu erkennen. Die messtechnische Überwachung ist ausgelegt für die Warnung vor sich langsam anbahnenden Grossblockschlägen und Felsstürzen. Mit gezielten visuellen Kontrollen sollen Hangdeformationen frühzeitig erfasst und potenzielle sekundäre Sturzkörper erkannt werden. Nach der Realisierung umfassender Schutzmassnahmen wird die Überwachung weiter reduziert werden können.

After the storms in August 2005, the Municipality of Weggis developed a protection concept for monitoring rockfall and landslides. The aim was to ensure early detection of weak zones. Technical instruments were installed in situ as a warning system to detect slowly developing rockfall/failures. Regular and systematic visual controls are used to detect deformations and potentially unstable blocks in an early stage. Monitoring can be reduced once the other mitigation measures are complete.



Typische Beispiele von Sturzpotentialen aus der Felswand «Bodenberg». Der Nagelfluhfels ist in Felscheiben und -türme mit unterschiedlichem «Reifegrad» strukturiert. Die abgebildeten Felskörper werden messtechnisch mit elektrischen Weggebern überwacht. *Typical examples of potentially unstable material in the rock face "Bodenberg". The conglomerate is structured in sheets and pillars with varying stability. The zones shown here are monitored with technical instruments installed in situ.*

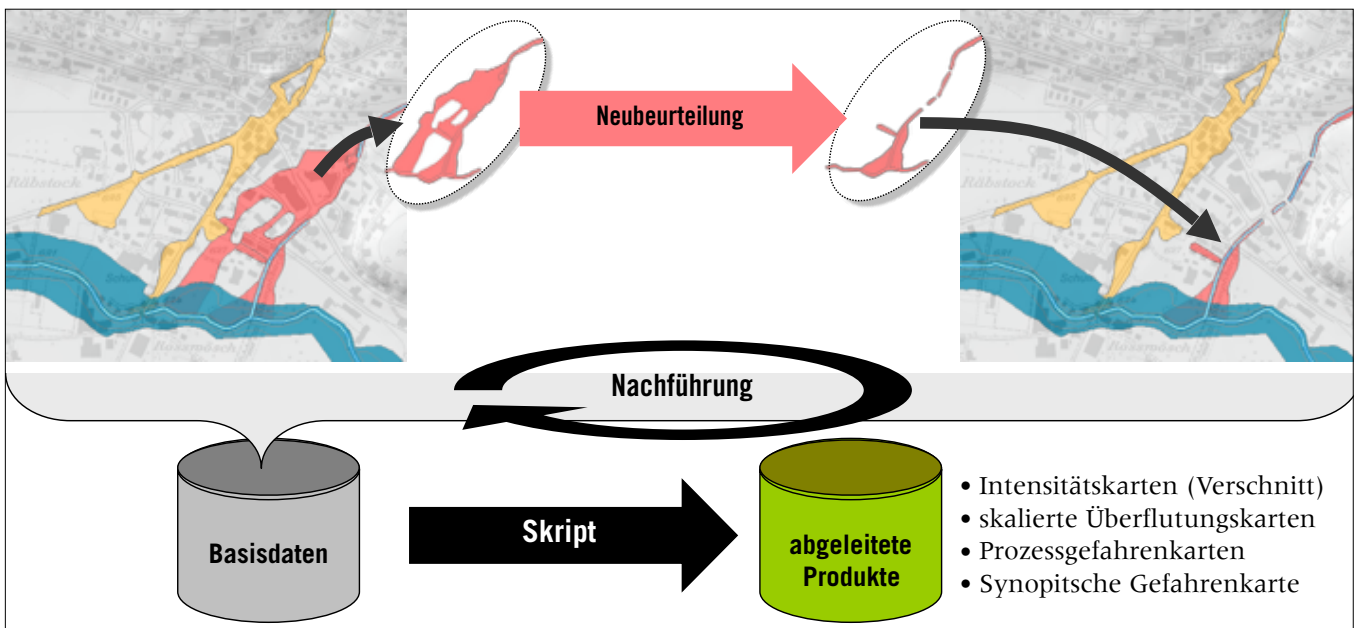
Gefahrenkarte *Hazard map*

2001 liess Weggis als erste Gemeinde im Kanton Luzern eine umfassende Gefahrenkarte erstellen. Weitere Gemeinden folgten. Ein einheitliches Datenmodell ermöglichte es, die Karten aller Gemeinden zu einem kantonalen Werk zusammenzuführen.

Gefahrenkarten werden aus Intensitätskarten abgeleitet. Diese zeigen die Erkenntnisse der Gefahrenbeurteilungen getrennt nach Gefahrenprozess, Eintretenswahrscheinlichkeit und Prozessquelle (also z.B. separiert für jeden Bach) auf. Soll eine Gefahrenkarte überarbeitet werden, beziehen die Fachleute die Geodaten der Intensitätskarte der entsprechenden Prozessquelle über ein Onlineportal. Nach der Überarbeitung werden die neuen Daten über das gleiche Portal ins System eingespielen und mit Hilfe eines Skripts in die bestehende Gesamtgefahrenkarte integriert.

Weggis was the first municipality in Canton Lucerne to develop a comprehensive hazard map. The map was completed in 2001 and became standard for other municipalities. A unified data model enabled the Canton to collect all hazard maps and create a common map of the whole area.

Hazard maps are derived from intensity maps. A hazard map depicts the information from the hazard assessment, including process type, recurrence probability and trigger (e.g. separately for each torrent). If a hazard map has to be revised, the new geodata for the intensity map are introduced into an online portal and integrated into the overall hazard map automatically by a software module.



Die Herleitung der Gefahrenkarte aus Intensitätskarten pro Prozessquelle erleichtert die laufende Aktualisierung.
Deriving the hazard map from the intensity map data allows maps to be easily updated.

Nutzungsplan der Gemeinde Weggis

Land use planning in the Municipality of Weggis

Basierend auf den Gefahrenkarten müssen alle Gemeinden in ihrer Nutzungsplanung

- Bauzonen anpassen,
- differenzierte Gefahrenzonen ausscheiden,
- Bestimmungen erlassen, die eine sichere Bauweise gewährleisten.

Die Gefahrenzonen werden der jeweiligen Grundnutzung (z.B. Zone für Wohnzwecke) überlagert. Spezifische Vorschriften stellen die Widerstandsfähigkeit der Bauten gegen die jeweils zu erwartenden Einwirkungen sicher. Im Baugesuch muss von einer Fachperson nachgewiesen werden, dass der erforderliche Schutz erreicht wird. Ein Beispiel: Bei steinschlaggefährdeten Bauten müssen die bergseitigen Mauern in Beton ausgeführt werden und dürfen keine Öffnungen enthalten. In Zonen mit erheblicher Gefährdung dürfen keine Bauten erstellt werden. Im Zug der Nutzungsplanung wurden in Weggis mehrere Gebiete zurückgezont.

The hazard maps have an impact on the land use planning in the municipality, for example:

- building zones have to be adapted
- hazard zones are shown on the land use map
- building regulations exist to ensure the safety of buildings.

The hazard map can be displayed over the land use (zoning) plan. Specific building requirements account for the expected loading (or effect of an event) on a construction. Building applications require approval by an engineer that the necessary precautions have been taken. For example, it is mandatory that the walls on the exposed side are concrete, and openings are prohibited on buildings located in rockfall zones. Building is not permitted in high risk zones. As a result of this land use planning procedure, several building zones in Weggis had to be revoked and construction in these zones is now prohibited.



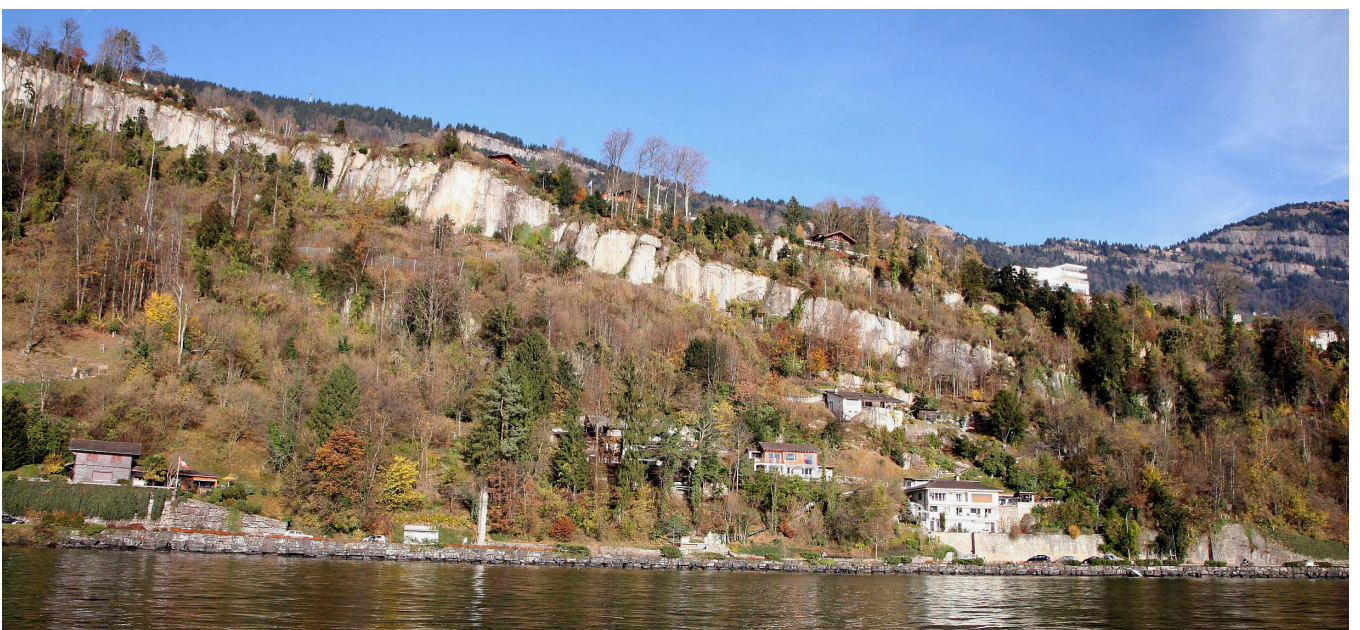
Bauliche Auflagen - bergseitige Fassade in Beton und bis zur Einwirkungshöhe ohne Öffnungen - verhindern einen Schaden durch Blockschlag. *Technical reinforcements are used to prevent damage due to rockfall—walls on the exposed side are constructed in concrete without openings up to the potential impact height.*



Aussiedlung Horlauri *Resettlement of Horlauri*

Im Gebiet Horlauri wurden zwischen 1940 und 1970 fünf Wohnhäuser gebaut. Die Gefahrenkarte von 2004 weist für die Horlauri eine erhebliche Gefährdung durch Felssturz und Hangmuren aus. 2013 zeigte eine Vorstudie für Sicherungsmassnahmen, dass mit baulichen Massnahmen kein ausreichender Schutz bewerkstelligt werden kann. Einzig die Aussiedelung der Wohnhäuser stellte eine nachhaltige und kostenwirksame Massnahme dar. Die Hauseigentümer wehrten sich und forderten vertiefte Abklärungen. Im Frühjahr 2014 zeigten detaillierte geologisch-geotechnische Untersuchungen, dass die Felsstürme wesentlich instabiler waren als angenommen. Sie bedrohten die unten liegenden Gebäude unmittelbar, jederzeit und ohne Vorwarnung. Die Sicherheit der betroffenen Personen konnte nur mit einer Aussiedlung dauerhaft sichergestellt werden.

The five houses in Horlauri were built between 1940 and 1970. According to the 2004 hazard map this area lies in a high hazard zone for rockfall and hillslope debris slides. According to a risk assessment in 2013 technical mitigation measures were not sufficient to achieve an acceptable level of safety for these properties and the only sustainable and cost-effective solution was permanent resettlement. The property owners resisted and demanded more information. In spring 2014, geological and geotechnical investigations showed that the rock pillars were far more unstable than previously assumed. They posed immediate hazard and could collapse without warning at any time. Resettlement was the only strategy to guarantee safety for the property owners.



Das Gebiet Horlauri vor dem Rückbau der gefährdeten Häuser.
The area Horlauri before permanent resettlement of the houses at risk.

Im Juni 2014 hat der Gemeinderat für die fünf Häuser ein Betretungs- und Nutzungsverbot erlassen und den Abbruch verfügt. Gestützt auf das Notrecht mussten diese innert fünf Wochen geräumt werden. Die Eigentümer wurden von der Gebäudeversicherung des Kantons entschädigt.

Um die Rückbauarbeiten sicher ausführen zu können, mussten sechs Felsobjekte gesichert werden. Damit konnten auch die Risiken für die Strasse, wo sich Menschen viel kürzer aufhalten als in Häusern, angemessen gesenkt werden. Die nötigen Bohrungen haben die Felsmodelle der felsmechanischen Untersuchungen bestätigt.

Die Beschwerde eines Eigentümers wurde vom Bundesgericht abgewiesen (BGE 1C_567/2014). Inzwischen sind alle Häuser zurückgebaut. Die Flächen werden aufgeforstet, um als Schutzwald zur Sicherheit der Strasse beizutragen.

In June 2014, the municipal board declared a prohibition of use of the five properties and ordered demolition of the houses. According to special legal regulations that are valid in emergency situations, buildings must be vacated within five weeks. The owners were offered compensation by the cantonal house insurance company.

The rock face had to be secured in six places before the area was safe for workers. These measures also reduced the risk for persons on the road (as exposure time on roads is much less than in houses). The drill cores confirmed the results of the mechanical analysis of the rock.

A complaint filed by one owner was rejected by the Federal Court (BGE 1C_567/2014). All houses have since been removed and the area was afforested to protect the road.

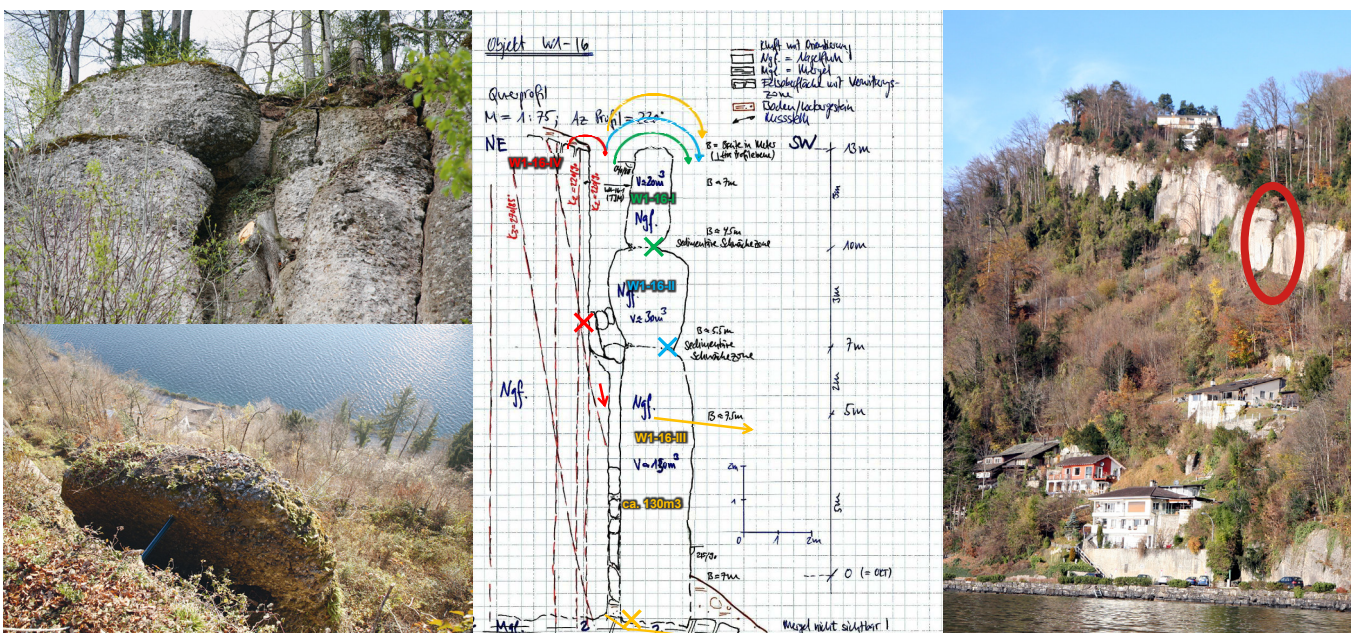


Abb S11: Sturzkomponente W1-16 mit felsmechanischer Dokumentation.
Unstable elements W1-16 with documentation of the rock mechanics.

Schutzbauten Laugneri West *Technical protection measures at Laugneri West*

2005 wurden im Gebiet Laugneri drei Gebäude durch Hangmuren und sekundären Blockschlag zerstört. Die Bewohner waren rechtzeitig evakuiert worden. Auslöser waren intensive Niederschläge (total 330 mm, davon 205 mm/24h). Die Häuser wurden rück- gebaut. Zum Schutz des westlichen Teils der Laugneri wurde umgehend ein Notdamm erstellt. Unmittelbar danach wurde mit der Projektierung der Sofortmassnahmen begonnen: Das Siedlungsgebiet Laugneri befand sich aufgrund der Gefährdung durch Hangmuren- und Sturzprozesse in der roten Gefahrenzone. Die Sofortmassnahmen sind Teil des gesamten Schutzkonzeptes für das Gebiet Laugneri und beinhalten robuste Schutzdämme, die Entwässerung derselben sowie die Ableitung des Oberflächenwassers bis zum See. Die Massnahmen wurden 2006/07 realisiert und kosteten 6.65 Mio. Franken.

Three buildings in Laugneri were destroyed in the 2005 event by hillslope debris slides and secondary rockfall. Fortunately, the inhabitants were evacuated on time. The event was triggered by severe precipitation (330 mm in total, thereof 205 mm within 24 hours). These houses were later demolished. An emergency dam was erected immediately to protect the western part of Laugneri. Laugneri lies within a red hazard zone because of risk of hillslope debris slides and rockfall. The most urgent protection measures were put into place following the 2005 event, though they were part of a larger protection concept that included constructions of dams, drainage of the dams and diversion of surface flow into the lake. This project was completed in 2006/7 and cost 6.65 million francs.



Ausbrüche der grossen Hangmuren im Gebiet Laugneri beim Augustunwetter 2005. Foto vom 5. September 2005
Release of large debris slides in the area Laugneri during the storms in August 2005. Photo taken on 5 September 2005

Der obere der beiden Dämme ist 250 m lang. Der untere schliesst einen Rückhalteraum ab. Beide sind 3 m hoch und bergseitig mit Natursteinen stabilisiert. Hinter dem oberen Damm verläuft eine Räumungspiste, die auch als Fallboden und Abflusskorridor dient. 13 000 m³ Material wurde abgetragen, 10 000 m³ davon in die Dammkörper wieder eingebaut. Der obere Damm enthält zwei Geschiebesammler mit massiven Auslaufbauwerken und je 1000 m³ Fassungsvermögen. Vertikale Stahlrechen reichen bis auf die Höhe der Überlaufsektion. Im Überlastfall werden die Bauwerke überströmt und die Abflüsse in Korridore geleitet, unter anderem in einen weiteren Sammler. Die erwarteten Hangmurenkubaturen können in den eingebauten Geschiebesammlern zurückgehalten werden.

Die Oberflächenabflüsse werden über die Tirolerfassungen der Abschlussbauwerke in einer Ableitung in den See geführt.

The upper protection dam has a length of 250 m, whereas the lower dam encloses a retention basin. Both dams are 3 m high and have boulder layering on the upstream side. Behind the upper dam is an access road for maintenance work that also serves as a catching area for rockfall material and as a conduit for water. In total 13000 m³ of material were excavated and 10000 m³ were used in the construction of the dams. The upper dam includes two retention basins for sediment with large outlet structures. Each basin has a retention capacity of 1000 m³. To retain debris, there are vertical steel rakes in front of the openings that extend up to the overflow section. If the capacity is exceeded (overload), the dams are overtopped and the water flows via an overflow corridor into a second retention basin. These two structures were dimensioned based on the projected volume of potential hillslope debris slides. The dams are equipped with Tyrolean weirs to divert surface flow into the lake.



Schutzdämme Laugneri vor und nach der Begrünung. Fotos vom März 2007 und Februar 2008.
The protection dams in Laugneri before and after greening. Photos taken in March 2007 and February 2008.



Schutzbauten Laugneri Ost (im Bau)

Technical construction measures at Laugneri East

Nach Realisierung der Sofortmassnahmen 2006/07 wurde 2009 ein Projekt zum Schutz des Gebiets Laugneri Ost von den Stimmbürgern verworfen. Ein angepasstes Projekt wurde 2014 gutgeheissen. Sturzprozesse drohen primär aus den auf Seite 6 beschriebenen Felswänden und weiteren 5 bis 10 m hohen Felsbändern. Die Hänge unterhalb der Felswände sind sehr steil ($>45^\circ$) und vor allem mit Buchen und Eiben bewaldet. Mit dem Massnahmenkonzept Laugneri Ost sollen die grossvolumigen und v.a. sehr seltenen Blockschläge und Felsstürze im Ausbruchgebiet mittels Felssicherungen stabilisiert oder abgetragen werden. So kann den Sturzenergien der «massgebenden Szenarien Gefährdungsbilder nach der Felssicherung» mit einem Steinschlagschutzdamm sowie einer Doppelreihe Steinschlagschutznetze oberhalb des Siedlungsgebietes entgegengewirkt werden.

After the initial emergency interventions were concluded in 2006/7, a complete follow-up project for Laugneri East was proposed in 2009 but rejected in a voting process. The revised project was accepted in 2014. The main hazard in this area is falling material from the rock bands (see page 6) and other 5 to 10 m high rock pillars. The slopes below the rock face are steep ($>45^\circ$) and vegetated with beech and yew trees. The aim of this project was to prevent large and rare or very rare events by securing or removing potentially unstable material from the rock face. A catching dam and double row of rockfall nets were installed for smaller, more frequent events.

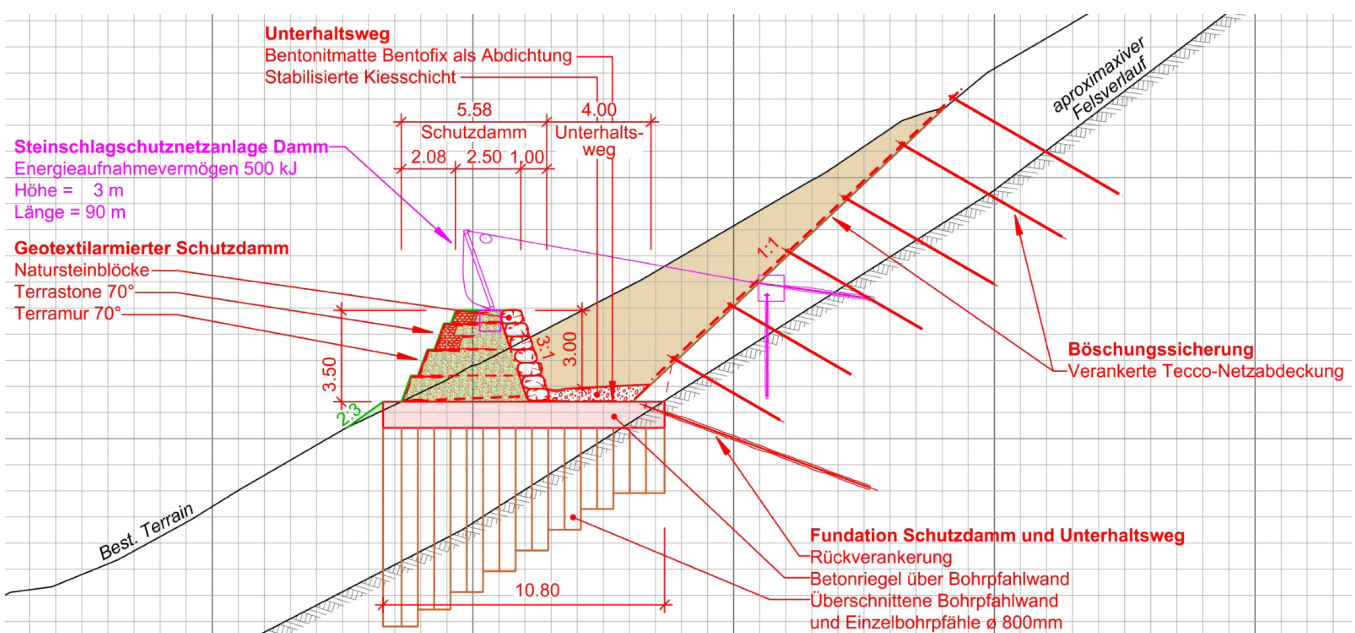


Übersicht über die Massnahmen des Projekts Laugneri Ost.
Overview of the planned measures for the Laugneri East project.

Der bestehende Damm Laugneri-West wird östlich verlängert. Der Baugrund macht eine Fundierung mit rückverankerten, überschnittenen Bohrfahlscheiben nötig, zwischen den Scheiben ergänzt durch ein Bohrfahlraster. Der Damm wird 3 m hoch, 100 m lang und bergseitig mit Blocksatz stabilisiert. Talseitig wird der mit Geotextilarmierungen gesicherte Dammkörper mit den Abschlussarmierungen des Verbauungssystems gestützt. Die erwarteten Kräfte werden über die Erddammkonstruktion in die Bohrfahlscheiben sowie mit den Ankern in den anstehenden Felsuntergrund abgeleitet. Wegen des steilen Geländes können die Risiken im östlichen Teil des Projektperimeters nur mit zwei übereinanderliegenden Schutznetzreihen reduziert werden. Anschliessend werden die Felssicherungen und -abträge im Ausbruchgebiet angegangen.

The dam in Laugneri West has to be extended eastward. The unstable ground at this site necessitates a complex foundation with slope-parallel drilled pile walls and supplementary drilled piles between these walls. The dam is 3 m high and 100 m long. The upstream side is stabilised with boulders and the downstream side with a combination of geotextile reinforcement on the main body and the foundation reinforcement elements. This design enables the forces to be transferred into the pile system/anchors and dissipated into the bedrock.

As stated above, the only construction option in the steep terrain on the eastern-most perimeter of the project area was a parallel row of protection nets and stabilisation of the rock face by securing or removing unstable material.



Schnitt durch den geplanten Schutzdamm Laugneri Ost.
Profile of the planned protection dam at Laugneri East.

Hochwasserschutzprojekt Rubibach *Flood protection in the Rubibach torrent*

Das Einzugsgebiet des Rubibachs misst rund 1 km². Beim Unwetter vom August 2005 hat der Rubibach grosse Schäden verursacht, denn sein Gerinne war teilweise unterdimensioniert, und es bestanden verschiedene Eindolungen mit ungenügender Durchflusskapazität. Der Bach konnte nicht einmal ein häufiges Ereignis schadlos ableiten: Abschnittsweise betrug die Kapazität weniger als 6 m³/s. Das Wasserbauprojekt Rubibach wurde auf ein HQ₁₀₀ von 12 m³/s und Murgänge bis zu einem F100 von 2000 m³ dimensioniert. Dies hat sich bei den Starkniederschlägen 2007 und 2008 bewährt.

Das Projekt Rubibach umfasst:

- den Geschiebesammler Ried
- das Dotierbauwerk Blauweid und
- den Bachausbau im Siedlungsgebiet von der Blauweid bis zum Vierwaldstättersee

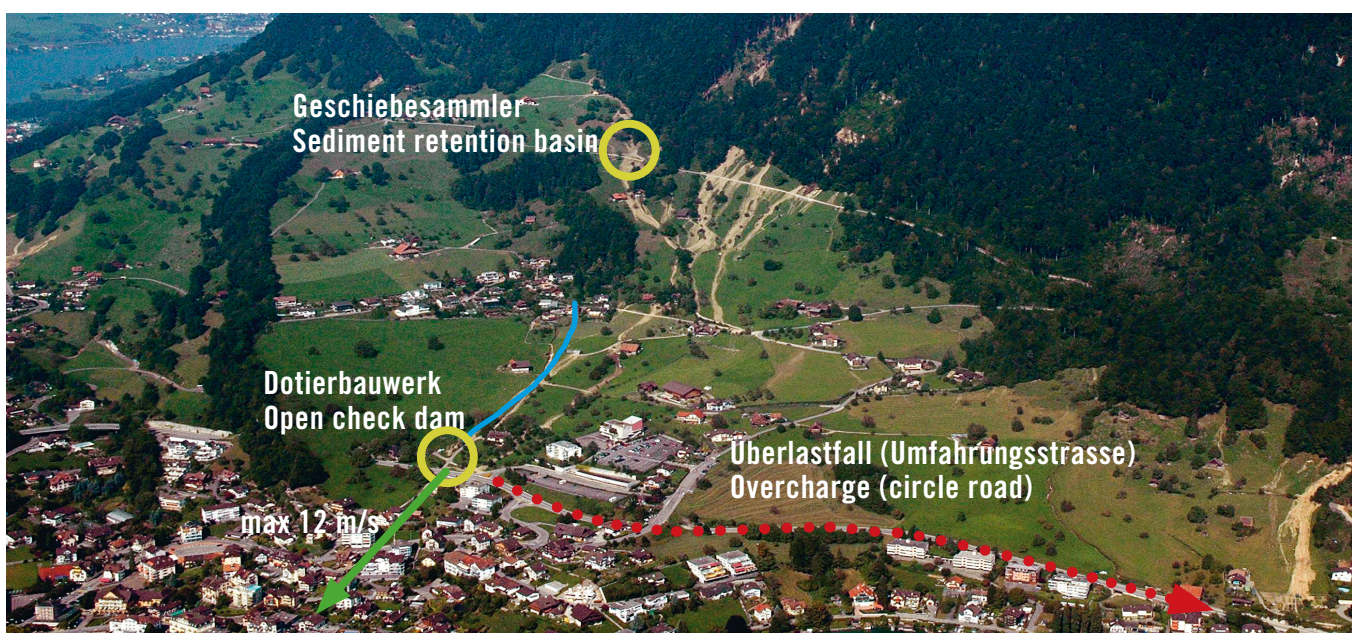
Die Gesamtkosten betragen 6 Mio. Franken. Bund und Kanton übernehmen 60 Prozent, die Gemeinde 40 Prozent.

The Rubibach catchment has an area of ca. 1 km². Heavy erosion and damage occurred in this torrent during the storms in August 2005. The channel was under-dimensioned and there were narrow culverts with low hydraulic capacity. Even frequent events would have exceeded the capacity, which is <6 m³/s in some sections. The new project was designed based on a HQ₁₀₀ with 12 m³/s and a F100 with 2000 m³ for debris flows. This proved to be sufficient during the heavy precipitation events in 2007 and 2008.

This project includes:

- a sediment retention basin in Ried
- a retention construction with a dosing function in Blauweid
- channel expansion between Blauweid and Lake Lucerne

The project cost 6 million francs (60% from federal and cantonal funds, 40% from municipal funds).



Hochwasserschutzprojekt Rubibach mit Geschiebesammler Ried und Dotierbauwerk Blauweid.
Flood protection project for the Rubibach torrent with a sediment retention basin in Ried and retention construction in Blauweid.

Geschiebesammler Ried

Im Gebiet Ried ist ein grosser Geschiebesammler mit einem Kastenauslaufbauwerk und einer Kapazität von 2000 m³ gebaut worden. In das Auslaufbauwerk sind ein Grobrechen, ein Vertikal-Feinrechen und eine Tirolerfassung integriert.

Dotierbauwerk Blauweid

Das Dotierbauwerk Blauweid bildet ein zentrales Element des ganzen Hochwasserschutzkonzeptes. Es dient gleichzeitig dem Geschieberückhalt, der Dotierung des Abflusses und der geordneten Bewältigung des Überlastfalls durch die Feuerwehr:

- Geschieberückhalt: bis ca. 300 m³
- Dotierung Abfluss: Nur rund 12 m³/s können in die Eindolung fliessen.
- Überlastfall: Im Überlastfall fliesst das Wasser in den Abflusskorridor Kantonsstrasse.

Bachausbau

Durchs Dorf wurde die alte Steindohle durch eine neue, grössere Rohrleitung ersetzt.

Sediment retention basin (Ried)

This construction is situated in the area called Ried. It is a retention basin with large slot openings and a capacity of 2000 m³. The outlet structure is composed of a wide trash rake, a finer vertical rake and a Tyrolean weir.

Retention construction with a dosing function (Blauweid)

This is a central component of the protection concept. Its function is retention of sediment, dosing of discharge and easy management of overflow by the fire brigade:

- sediment retention: up to 300 m³
- dosing of discharge: a maximum of ca. 12 m³/s flow into the culvert
- overload: the cantonal road acts as a diversion corridor for overflow.

Expansion of the channel

The stone culvert through the village was replaced by a larger conduit.



Dotierbauwerk Blauweid, Rubibach.

Retention construction with a dosing function in Blauweid, Rubibach torrent.



Notfallplanung Naturgefahren

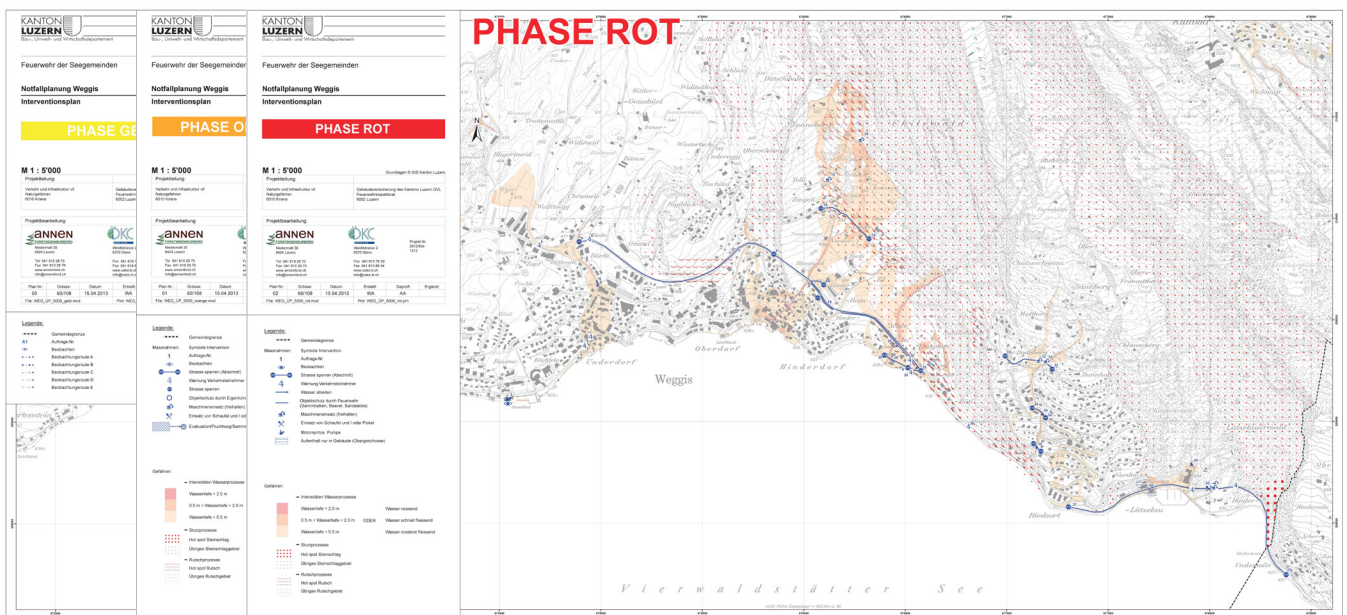
Emergency planning

Ersteinsatzelement gegen Elementarereignisse ist die Feuerwehr. Wiederum war Weggis die erste Gemeinde, die eine Notfallplanung erarbeiten liess. Die Notfallplanungen aller 61 Luzerner Feuerwehren sind einheitlich aufgebaut. Sie wurden in einem fünfjährigen Programm erarbeitet – von den Feuerwehren selbst, unterstützt von Naturgefahren-Fachleuten.

Letztere wurden damit beauftragt, die erforderlichen Grundlagen zusammenzustellen (z.B. Gefahrenkarten), Feldbegehungen zu organisieren und diese mit Feuerwehroffizieren gruppenweise durchzuführen. Dabei wurden sämtliche mögliche Interventionsstellen im Gelände begutachtet, die einerseits aus den Erfahrungen der Feuerwehr bekannt waren oder die sich aufgrund der Gefahrenkarte vermuten liessen. Die Feuerwehr entschied, welche Massnahmen vorgesehen werden.

The fire brigade plays a primary role during a natural hazard event. Weggis was the first municipality to establish an emergency plan, though today all 61 fire brigades in Lucerne have an emergency plan based on a similar concept. This was developed by the fire brigades in a 5-year programme with support from experts in natural hazard management.

The experts collected and provided background material (e.g. hazard maps) and led field investigations of target sites with the fire chiefs. The target sites were defined based on the fire brigades' experience and areas on the hazard maps that are obvious problem zones. The final decision regarding which measures to implement was made by the fire brigades.



Für jede Phase existiert ein Interventionsplan, auf dem alle Aufträge verzeichnet sind.
An intervention map exists for every phase and lists all duties required for that phase.

Jede Notfallplanung ist in drei Phasen gegliedert. Die farbliche Gestaltung ermöglicht einen schnellen Zugriff:

PHASE GELB: Ein Ereignis kündigt sich an. Offiziere werden aufgeboten und beobachten Bäche und Wetter.

PHASE ORANGE: Ein Unwetter bricht los. Die Mannschaft wird aufgeboten und führt Schutzaufträge aus.

PHASE ROT: Das Geschehen eskaliert zu einem Grossereignis. Der Gemeindeführungsstab tritt zusammen. Die Aufträge der Phase rot werden ausgeführt.

Auftragsblätter enthalten alle Details, die zur Ausführung des Befehls nötig sind. Sie sind laminiert, damit sie an die Front mitgenommen werden können. Alle Aufträge sind – pro Phase – auf Interventionsplänen verzeichnet

Die Kosten betragen 34 000.-- Franken pro Feuerwehr – amortisierbar mit einer einzigen gelungenen Intervention.

The emergency plans are divided into three phases. Colour coding is used for easy interpretation and quick intervention:

YELLOW PHASE: An event is impending. Head chiefs are called to duty to monitor developments in weather and streams/torrents.

ORANGE PHASE: A storm has started. Whole teams are called to duty and initiate prevention measures.

RED PHASE: The event has escalated and is likely to be a severe event. Executive staff of the municipality meet and the tasks of the red phase are carried out. The protocols for each task contain a list of all details necessary to perform the given task. The sheets are laminated and can be brought into the field. All duties in each phase are also documented on intervention maps.

The cost per fire brigade is 34 000 francs. The damage costs avoided by one successful intervention are considerably higher, thus justifying these costs.

Interventionsplanung Weggis **MANNSCHAFT**

AUFTRAG 18 **Blauweid**

PHASE: ROT

Legende

- Wasser gezielt ableiten
- Objektschutz durch Feuerwehr

Überflutungskarte

- Wassertiefe über 2.0 m
- Wassertiefe bis 2.0 m
- Wassertiefe bis 0.5 m

Ziel Intervention

1. Wasser dringt nicht in Gebäude Gebiet Hinderdorf ein.
2. Wasser bleibt im Bachbett des Rubibaches.

Massnahmen

Wasser ab Blauweid über die Umfahrungsstrasse in Richtung See ableiten.

Datum Erstellung: 15.04.2013 Erstellt durch: Fw Seegemeinden, vF. Abt. Naturgefahren / ARGE Annen Forstingbüro - Oeko-S AG Datum Mutation: Auftrag 18 ROT

Interventionsplanung Weggis **MANNSCHAFT**

Personalbedarf (Total) 12 AdF	Besondere Verhaltensregeln
Materialbedarf 3 Unwettermüden	Anweisungen Ende Auftrag 2 AdF bleiben zur Sicherung vor Ort. Rest: Rückmeldung an Einsatzleitung und Rückzug ins Magazin.
Standort der Gerüstläden im Gebiet Blauweid	Standort der Gerüstläden unterhalb Tunnel
Standort der Gerüstläden bei Abzweigung Gotthardstrasse => Wasser ablenken Richtung See	Ableitung des Wassers mit Gerüstläden in den See

Datum Erstellung: 15.04.2013 Erstellt durch: Fw Seegemeinden, vF. Abt. Naturgefahren / ARGE Annen Forstingbüro - Oeko-S AG Datum Mutation: Auftrag 18 ROT

Beispiel eines Auftragsblatts. Vorderseite links, Rückseite rechts.
Example of a protocol sheet, showing the front (left) and back (right) side.

Erbebengefährdung in Luzern

Earthquake risk in Lucerne

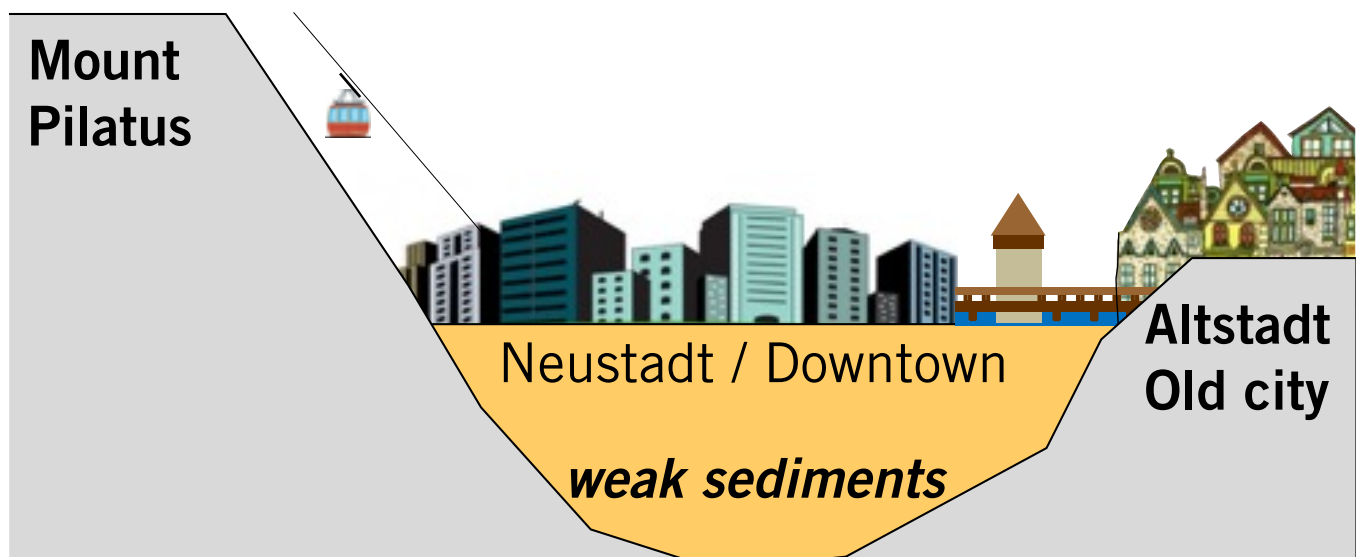
1601 hat sich in Luzern ein Erdbeben der Magnitude 6.2 ereignet. Stadtschreiber Cysat hat die Auswirkungen des Bebens minutiös beschrieben: In der Neustadt waren die Erschütterungen heftiger als in der Altstadt. Zwar muss in Luzern nur mit mässigen horizontalen Beschleunigungen gerechnet werden, aber die geologischen Verhältnisse führen in der Neustadt zu kräftigeren Aufschaukelungen des Bodens als in der Altstadt.

Das Felsrelief im Untergrund der Agglomeration Luzern ist gefüllt mit meist strukturarmen Sedimenten. Diese neigen zu Aufschaukelungen und sind anfällig auf Bodenverflüssigung.

2012 zeigten Messungen anlässlich eines leichten Bebens in der Ebene eine drei Mal stärkere Erschütterung und eine um ein Vielfaches längere Erschütterung als in der Altstadt.

In 1601, an earthquake with a magnitude of 6.2 occurred near Lucerne. The archivist Cysat documented this event meticulously. The tremors were stronger in the newer part of the city than in the historic centre. Though only moderately strong horizontal movements are actually expected for this area, the geological conditions led to amplification of the ground motion.

The bedrock under Lucerne (and surroundings) is filled with weakly structured sediments that are susceptible to movement (amplification of ground motions) and may even cause ground liquefaction. Measurements during a light earthquake in 2012 showed that the tremors were three times as strong and several times longer compared to those in the historic city centre.



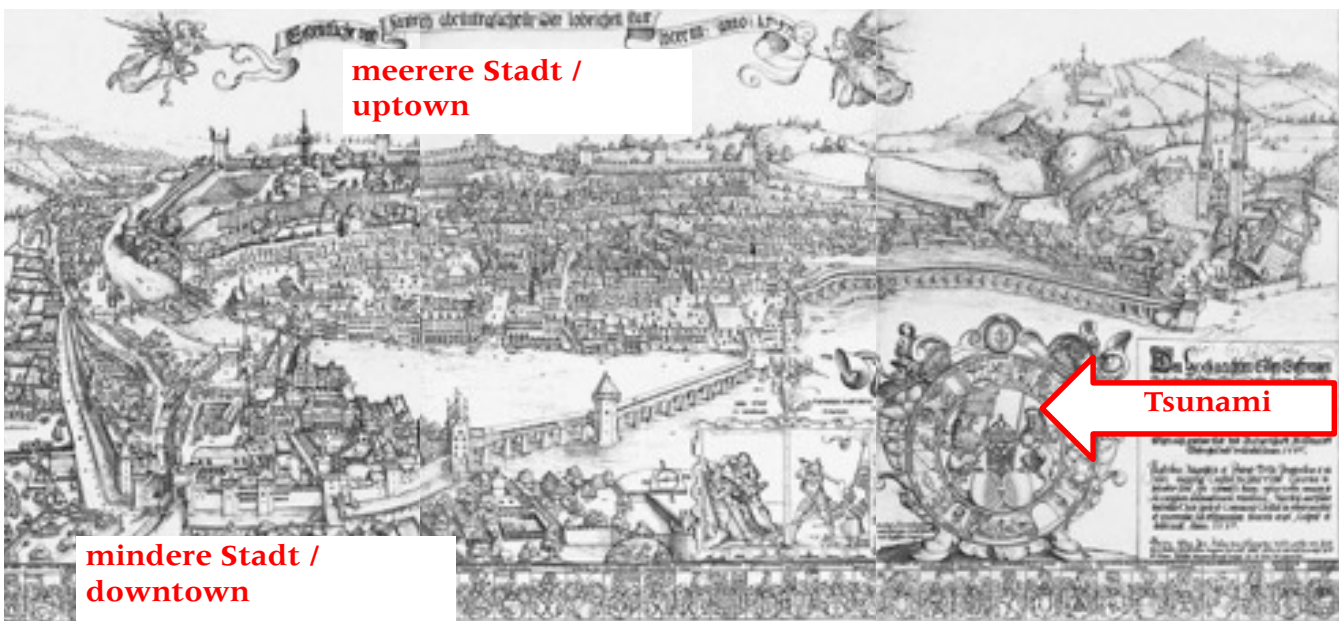
Der Baugrund in und um Luzern gleicht einer Schüssel aus Fels, die mit Pudding gefüllt ist.
The bedrock under Lucerne and its surroundings resembles a bowl-like form that is filled with pudding.

Tsunami auf dem Vierwaldstättersee

Tsunami risk on Lake Lucerne

Cysat berichtet von Schiffen und Hölzern, die bis 50 Meter weit und vier Meter hoch aufs Land geworfen wurden. SCHNELLMANN et al. (2004) identifizierten Unterwasser-Schlammlawinen, ausgelöst durch das Erdbeben, als Entstehungsmechanismus des Tsunami. Mit Hilfe der Radiokarbonmethode liessen sich Korrelationen zwischen solchen Rutschungen und historisch dokumentierten Erdbeben erstellen. Das Forscherteam modellierte einen Tsunami mit Hilfe eines vermessenen Rutschkörpers, den ein Erdbeben am Bürgenstock in Bewegung gebracht hatte. Die Ergebnisse zeigen eine enorme Wellenlänge von fast einem Kilometer, eine Amplitude von drei Metern und eine Geschwindigkeit von rund 120 km/h. Zahlreiche Rutschungen an verschiedenen Stellen hätten mehrere Wellen dieses Typs ausgelöst, die sich überlagerten.

Cysat also documented a tsunami event that transported boats and wood up to 50 m inland and 4 m high. Schnellmann et al. (2004) suggested that the tsunami resulted from an underwater debris flow triggered by the earthquake. Radiocarbon dating has since enabled researchers to show the correlation between such landslides and historic earthquakes. A research team simulated the potential tsunami resulting from an earthquake-triggered landslide from the Bürgenstock. The input values were based on the volume of existing deposits at this site. The results shown an enormous wave with a length of 1 km, height of 3 m and speed of ca. 120 km/h. Several slides in different places could trigger multiple waves of the same magnitude, creating a compound effect.



Luzern zur Zeit Renward Cysats (1597)
Lucerne in the times of Renward Cysats (1597).

Erbebenvorsorge im Kanton Luzern

Earthquake preparedness in Canton Lucerne

Wirksamste Prävention gegen Erdbeben: Bauten so erstellen, dass sie plausiblen Erdbeben standhalten. Damit werden auch Menschen geschützt, die sich darin aufhalten, und Folgeschäden wie Brände und Stromausfälle minimiert.

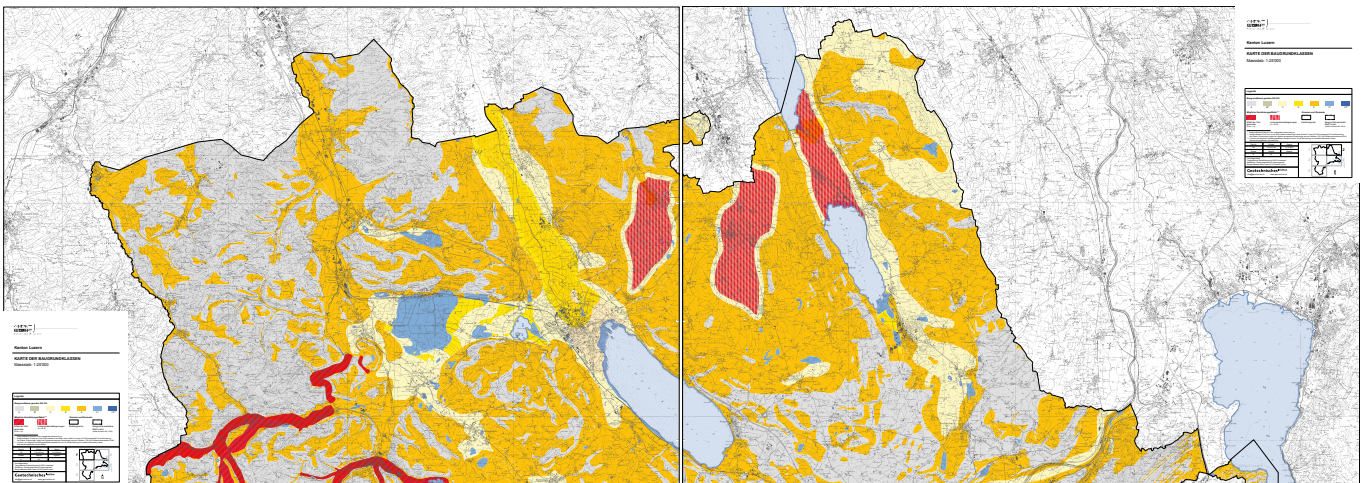
Massgebend für erdbebensicheres Bauen ist die Norm SN 261 «Einwirkungen auf Tragwerke». Diese verlangt, dass die Baugrundverhältnisse zu berücksichtigen sind. Sechs Baugrundklassen werden definiert, denen spezifische Bodenkennwerte zugewiesen sind. Diese bilden Eingangsgrössen für die statischen Berechnungen.

Der Kanton Luzern liess eine Karte dieser Baugrundklassen erarbeiten. Für vier städtebauliche Entwicklungsgebiete in der Agglomeration sind zudem die effektiven Antwortspektren der Böden bestimmt worden. Jedem Baugesuch ist eine «Deklaration Erdbebensicherheit» beizulegen.

The most important prevention measure is enforcing earthquake-resistant buildings. This offers the best protection for residents and reduces secondary damage (e.g. fires or power outages).

In Switzerland, construction in earthquake zones has to follow the engineering standard SN 261 "Loads on structures". The ground type under a building site also has to be considered. The six classes of ground types are assigned specific characteristics, which serve as input data for the structural analysis.

A map of ground types was created for the Canton Lucerne. The susceptibility of the ground to earthquake activity was specifically assessed for four development zones in the greater Lucerne area. Every building application has to include a form related to earthquake precautions.



Baugrundklassen nach SIA 261, Online-Karte des Kantons Luzern (www.geo.lu.ch)
Classes of ground types according to SIA 261, online map of Canton Lucerne (www.geo.lu.ch).

Quellen und Literatur

References

GRAF, R. (2012): Nature hazard emergency planning in local level. The bottom-up approach of the Canton of Luzerne. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 Grenoble, Conference Proceedings Vol. 2, S. 897 ff.

CYSAT, R.: Collectanea chronica und denkwürdige Sachen pro chronica Lucernensi et Helvetiae, bearbeitet von Josef Schmid, Bd. 1, 1. Teil, 1969

SCHNELLMANN, M. et al. (2004): Ein See als Seismograf. In: Spektrum der Wissenschaft, Dezember 2004, S. 52 ff.

SCHWEIZERISCHER INGENIEUR- UND ARCHITEKTENVEREIN SIA (2014): Einwirkungen auf Tragwerke. Schweizer Norm SN 505 261

KANTON LUZERN (2014): Planungs- und Bauverordnung (PBV) vom 29.10.2013, in Kraft seit: 01.01.2014 (SRL 736)



Küttel Felstechnik GmbH
Rigistrasse 37
6353 Weggis



Dr. Klaus Louis-Meier
Dipl.Geologe CHGEOL
Naturgefahren
Geotechnik
Umweltgeologie



Herzlichen Dank!

Die folgenden Unternehmen und Institutionen haben mit qualitativ hochwertigen Leistungen am erfolgreichen Naturgefahren-Management der Gemeinde Weggis mitgewirkt. Darüber hinaus tragen sie mit finanziellen Beiträgen und Sachleistungen wesentlich dazu bei, dass die heutige Exkursion in einem würdigen Rahmen stattfinden kann. Für alles – die Facharbeiten in Weggis, den guten Teamgeist und das Sponsoring – gebührt ihnen ein herzliches Dankeschön.

Thank you!

The following companies and institutions have made substantial contributions to natural hazard management in the Municipality of Weggis. This excursion was possible because of their financial and non-monetary contributions. Our warmest thanks for the cooperation, positive team work and generous sponsoring!

Autoren Authors

René Graf, Projektleiter
Risikomanagement
Naturgefahren, Verkehr und
Infrastruktur Kanton Luzern

Alois Käslin, Schubiger
Bauingenieure AG,
Hergiswil/NW

Baptist Lottenbach,
Gemeindeammann Weggis

Michael Schluh, Projektleiter
Schutzbauten, Verkehr und
Infrastruktur Kanton Luzern

Conradin Zahno, Louis
Ingenieurgeologie GmbH,
Weggis