



Hochwasserschutz und wasserbauliche Planung im Wandel der Zeit: Beispiel Gryfenbach (Lauterbrunnen)

*Times are a changing in flood protection and planning:
The Gryfenbach example*

Oliver Markus Hitz, Martin Amacher, Rolf Künzi, Severin Schwab

Kurzfassung

Der Gryfenbach liegt auf dem Gemeindegebiet von Lauterbrunnen (Kanton Bern). Die morphologischen Prozesse in seinem Einzugsgebiet sind massgeblich durch eine Grossrutschung geprägt. Daraus können grosse Feststoffmengen mobilisiert werden, welche bei Hochwasser vom Gryfenbach das Dorf Lauterbrunnen gefährden.

Ein erstes Projekt zum Schutz der Siedlung vor Hochwasser mit einem grossen Geschiebesammler am Gryfenbach wurde 2005 realisiert. Nach Fertigstellung des Projektes wurde die bestehende Gefahrenkarte für Lauterbrunnen überarbeitet und die Wirkung der Schutzmassnahmen mit einer neuen Methode detailliert beurteilt. Es zeigte sich, dass die Massnahmen am Gryfenbach nicht ausreichten, um die vorhandenen Risiken auf ein akzeptables Mass zu reduzieren. Aus diesem Grund wurde 2009 die Planung für einen verbesserten Hochwasserschutz aufgenommen. Aus einem Variantenstudium hat sich diejenige Variante als die Beste erwiesen, bei welcher die Abschlussperre des bestehenden Geschiebesammlers erhöht wird. Dazu wurde unter anderem ein flexibles Murgang-Ringnetz auf die Mauerkrone aufgesetzt. Die Bauarbeiten wurden 2011 und 2012 ausgeführt.

Das Projekt ist ein Beispiel für den erfolgreichen Umgang mit Naturgefahren, der Anwendung von modernem Hochwasserschutz und einer für die Bevölkerung verständlichen Risikokommunikation.

Abstract

The torrent Gryfenbach forms part of the municipality of Lauterbrunnen (Canton of Bern). The morphological processes in its catchment area are dominated by a large scale landslide whereof a huge amount of sediment may be mobilised and – in case of a flood event in the Gryfenbach – may endanger the village of Lauterbrunnen.

In the frame of a first flood protection project, a large sediment retention basin was built in 2005. After its completion, the existing hazard map of Lauterbrunnen has been revised and the effect of the protection works has been analysed in more detail using new approaches. This analysis revealed that the measures along the Gryfenbach were not able to reduce the risks to the desired level. Due to this reason, the planning to improve the flood protection level started in 2009. Out of a series of options, the one proved to be the best that came up with an increase in height of the outlet dam of the retention basin with – among others – a flexible ring net barrier. The construction works were carried out in 2011 and 2012.

The project is an example of the successful handling of natural hazards, the application of modern flood protection techniques and a risk communication that is understood by the local population.

1 Einleitung

1.1 Geografische Lage von Lauterbrunnen

Lauterbrunnen liegt im Berner Oberland auf 795 m ü. M. in einem von Süden nach Norden verlaufenden Trogtal, das durch senkrecht aufragende Felswände begrenzt wird. Das landschaftlich einzigartige Dreigestirn von Eiger (3970 m ü. M.), Mönch (4107 m ü. M.) und Jungfrau (4158 m ü. M.) begrenzt das Tal gegen Süden.

Die gesamte Gemeinde weist eine Fläche von 164,5 km² bei rund 3000 Einwohnern auf. Wegen der touristischen Infrastruktur steigt die Einwohnerzahl während der Winter- und Sommersaison auf ein Mehrfaches an.

1.2 Einzugsgebiet Gryfenbach

Das topographische Einzugsgebiet des Gryfenbachs befindet sich in der westlichen Flanke des Tales und umfasst rund 1,6 km². Die felsige Trogschulter des Lauterbrunnentals taucht im Bereich des Gryfenbachs in den Untergrund ab. Das Einzugsgebiet ist deshalb geprägt von Hang- und Bachschuttmaterial, das auf tonigen, wasserstauenden Moränenschichten liegt. Es erstreckt sich von der Marchegg auf über 2100 m ü. M. bis zur Einmündung in die Weisse Lütschine auf 775 m ü. M. Dazwischen fliesst der Gryfenbach durch den Dorfteil Gässli von Lauterbrunnen (Abb. 1).

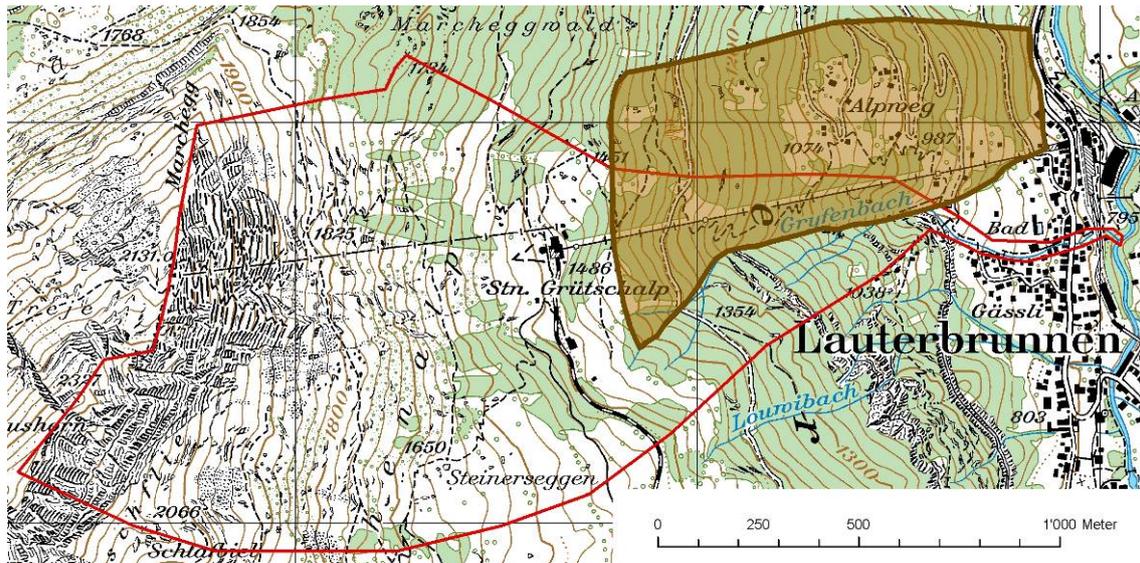


Abb. 1: Einzugsgebiet Gryfenbach (Linie) mit permanenter Rutschung Gryfenbach (markierte Fläche)

1.3 Verbaugungsgeschichte des Gryfenbachs

Im September 1914 ereigneten sich auf der westlichen Trogschulter oberhalb Lauterbrunnen grosse Rutschungen. In der Nacht vom 26./27. September wälzten sich durch die Runsen „des Herrenbaches, des Lauibaches, des Fluhbaches und des Greiffenbaches grosse Schutt- und Schlammassen, vermischt mit grossen Steinblöcken und Tannen gegen das Dorf Lauterbrunnen hinunter, wo namentlich der hintere Dorfteil stark gefährdet war und zum Teil von den Bewohnern geräumt werden musste.“ (Oberingenieurkreis I 1914–2013). Gemäss der Verbaugungsgeschichte von Hählen und Bender 2012 war dieses Ereignis der Auslöser für das Projekt I/1915, das aus der Entwässerung der Pletschenalp sowie einzelnen Steinsperren in den unterliegenden Gerinnen bestand. Als Ergänzung entstand das Projekt II/1917. Während sich die ersten zwei Projekte auf Massnahmen im Einzugsgebiet des Gryfenbachs konzentrierten, fasste das Projekt III/1945 den Bach auf dem Kegel in eine Schale. Diese wurde mit einem Querschnitt von ca. 3,5 m² und einem Gefälle zwischen 19–25% von der Mündung in die Weisse Lütschine bis auf Kote 845 m ü. M. erstellt. Das Ereignis vom 16./17. Februar 1958 führte zu Ausuferungen des Gryfenbachs auf dem Schwemmkegel. Mit dem Projekt IV/1962 wurde daher die Schale ab Ende Projekt III bis an den Kegelhals (ungefähr bis zum heutigen Sammler) ergänzt. Das Projekt V/2002 hatte den Bau eines möglichst grossen Geschiebesammlers, die Erhöhung der rechtsseitigen Schalenmauer im oberen Kegelteil und einem Ablenkdamm auf der orographisch linken Kegelseite zum Ziel. Das jüngste Projekt VI/2010 (siehe Kap. 3) sah die Vergrösserung der Rückhaltekapazität des Geschiebesammlers vor.

2 Gefahrenbeurteilung am Gryfenbach

2.1 Naturgefahren in der Gemeinde Lauterbrunnen

Bereits im Jahr 1999 erfolgte die Erstellung einer integralen Gefahrenkarte, welche die Prozesse Überflutung/Übersarung, Murgang, Sturzprozesse, Rutschungen und Lawinen beinhaltet. Das Projekt wurde 2003 abgeschlossen (GEOTEST *et al.* 2003). Infolge der hohen Reliefenergie des Lauterbrunnentals wies die Gefahrenkarte ausgedehnte Gefahrenbereiche in allen Gefahrenstufen auf. Auch für den Gryfenbach wurden rote und blaue Gefahrenbereiche ausgedehnt, die vor allem den Dorfteil Gässli tangierten.

Die im Jahr 2004 durchgeführte Risikoanalyse (IMPULS und GEOTEST 2004) stufte den Gryfenbach in die Gruppe der Prozessquellen mit dem höchsten Handlungsbedarf in der Gemeinde Lauterbrunnen ein. Die spätere Risikostrategie des Kantons Bern bestätigte den Handlungsbedarf (Regierungsrat des Kantons Bern 2005).

2.2 Rutschung Gryfenbach

Die Murgang-Gefährdung auf dem Kegel des Gryfenbachs wird hauptsächlich von der gleichnamigen Rutschung verursacht, die orographisch links an das Gerinne des Baches grenzt und dessen Geschiebepotenzial massgeblich beeinflusst (Abb. 1). Die gesamte Rutschung umfasst ein Gebiet von knapp 40 ha bei einem geschätzten Rutschvolumen von rund 20 Millionen m³. Die Bewegungsraten liegen bei 10 bis 20 mm/Jahr. Bohrungen ergaben einen Gleithorizont, der stellenweise in über 60 m Tiefe liegt. Die Bewegungen sind insbesondere im Frühjahr erhöht, wenn Schmelzwasser in höheren Lagen durch versackte Felsmassen versickert und hohe Porenwasserdrücke im Rutschbereich erzeugen kann.

2.3 Szenariendefinition Gryfenbach

Dass die Rutschung Gryfenbach die Gefahrenprozesse am Gryfenbach massgeblich beeinflusst, wurde bereits in der Gefahrenkarte 2003 (GEOTEST *et al.* 2003) erkannt. Die maximal zu erwartenden Geschiebefrachten am Kegelhals liegen im Bereich von mehreren 10'000 m³ (Tab. 1). Nach Vollendung des ersten Geschiebesammlers (vgl. Bettschen und Blumer 2003) wurden für die Revision der Gefahrenkarte im Jahr 2008 die damals neuen Kriterien nach PROTECT (Romang 2008) angewendet und die Szenarien detailliert neu definiert (Tab. 1). Sie bildeten die Ausgangslage für das Wasserbauprojekt VI/2010.

Tab. 1: Vereinfachte Gryfenbach Ereignisszenarien nach Fertigstellung des ersten Geschiebesammlers (Projekt V/2002) inkl. Prüfung der Gebrauchstauglichkeit nach PROTECT mit den Kriterien: A: Abflusskapazität für Reinwasser im Gerinne unterhalb des Geschiebesammlers; B: Murgang-Kubatur oberhalb Sammler (Projekt V/2002); C: Murgang-Kubatur unterhalb Sammler (Projekt V/2002); D: Schwemmholz-szenarien; E: Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit des bestehenden Geschiebesammlers nach PROTECT

	30-jährlich	100-jährlich	300-jährlich	EHQ
A	genügend	genügend	genügend	genügend
B	ca. 1000 m ³	ca. 5000 m ³	ca. 15'000 m ³	ca. 20'000–30'000 m ³
C	0 m ³ (vollständiger Rückhalt)	ca. 500 m ³	ca. 10'500 m ³	ca. 15'000–25'000 m ³
D	Vollständiger Rückhalt durch Sammler	Schwemmholz kann Sammler überströmen und unterhalb zu Verklausungen führen	Schwemmholz kann Sammler überströmen und unterhalb zu Verklausungen führen	Schwemmholz kann Sammler überströmen und unterhalb zu Verklausungen führen
E	erfüllt (hohe Zuverlässigkeit)	nicht erfüllt (geringe Zuverlässigkeit)	nicht erfüllt (geringe Zuverlässigkeit)	nicht erfüllt (geringe Zuverlässigkeit)

Die im Rahmen der Projektierung für den Gryfenbach-Prozessraum mit EconoMe (BAFU 2010) durchgeführte Risikoanalyse wies Risiken von 221'505 CHF/Jahr aus. Die individuellen Todesfallrisiken bewegten sich für insgesamt 20 Gebäude bei Werten von $> 10^{-5}$ Todesfällen/Jahr.

3 Wasserbauprojekt 2010

3.1 Variantenstudium

Zur Verbesserung der Gefahrensituation wurden verschiedene Massnahmen und Kombinationen davon auf ihre technische Machbarkeit und Wirksamkeit untersucht:

1. Aufgrund der steilen Topografie des Schwemmkegels und der engen Platzverhältnisse infolge Überbauung wurden für die Grundkonzepte Durchleiten und Umleiten von Murgang-Ereignissen keine sinnvollen und verhältnismässigen Lösungsansätze gefunden.
2. Eine Stabilisierung der Rutschung Gryfenbach, welche massgeblich das Hauptszenario eines 300-jährlichen Ereignisses prägt, ist auch nicht ansatzweise möglich.
3. Für den Rückhalt wurden zwei Standorte für Murgang-Netze ca. 70 m und 100 m oberhalb des bestehenden Sammlers untersucht. Trotz den Spannweiten von rund 25 m und Netzhöhen von 5–6 m kann ein Rückhaltevolumen von nur je 700–1000 m³ geschaffen werden.

4. Für die Erhöhung des bestehenden Sammlers wurden verschiedene Varianten mit Betonaufsätzen und/oder Geschieberückhaltenetzen geprüft. Eine Erweiterung des Rückhaltevolumens durch einen zusätzlichen Aushub ist aus geologischer und geotechnischer Sicht grundsätzlich möglich, birgt aber erhebliche Risiken in Bezug auf eine Reaktivierung von Rutschungen und ermöglicht nur eine Vergrößerung des Rückhaltevolumens um 1000 m^3 .
5. Unterhalb des bestehenden Sammlers wurden die Machbarkeit und Wirkung eines Murgang-Netzes sowie eines Rückhalts mittels Auslenk- und Rückhaltebauwerk auf der linken Seite des Gryfenbachs geprüft. Mit dem Murgang-Netz können Rückhaltevolumen von $700\text{--}1000 \text{ m}^3$ erreicht werden. Bei der Variante Ausleiten und Rückhalten beträgt die Rückhaltewirkung nur gerade 3500 m^3 .

Das Variantenstudium zeigte, dass die Vergrößerung des bestehenden Sammlers in Bezug auf die Kostenwirksamkeit, der Zugänglichkeit und den Landschaftsaspekten am besten abschneidet.

3.2 Konzeption des realisierten Projektes

Berechnungen zum Geschieberückhaltevolumen ergaben, dass die $4,00 \text{ m}$ hohe Abschlussperre (Projekt V/2002) um $8,00 \text{ m}$ erhöht werden musste. Aus statischen und ökonomischen Gründen wurde diese Erhöhung mit $4,00 \text{ m}$ Ort beton und einem $4,00 \text{ m}$ hohen Murgang-Rückhaltenetz realisiert (Abb. 2).



Abb. 2: Rückhalteraum des erweiterten Geschiebesammlers nach Fertigstellung

Da die bestehende Abschlussperre des Geschiebesammlers als Schwergewichtsmauer konzipiert worden ist und nun eine Verdreifachung der Sperrenhöhe erforderlich war, musste das statische System grundlegend angepasst werden. Die Abschlussperre wirkt neu als Platte. Die horizontalen Kräfte werden rechtsufrig in den Fels und linksufrig in die neue Sammler-Abschlusswand abgetragen. In der Sperrenmitte helfen zwei unterwasserseitige Wandscheiben bei der Lastabtragung. Die Oberkante der Sammler-Abschlusswand liegt aufgrund des Verlandungsgefälles bis 7,50 m höher als das gewachsene Terrain. Damit die hohen dynamischen Einwirkungen infolge Anpralls einer Murgang-Front aufgenommen und abgetragen werden können, wurde die Mauer als rückverankerte Winkelstützmauer konzipiert.

Da der Baugrund aus einer Wechsellagerung von meist dicht gelagertem tonig-siltigem Material, Kiesen und Blöcken besteht und kein Fels ansteht, wurde eine kombinierte Platten- /Pfahlfundation konzipiert. Die unterwasserseitigen Wandscheiben wurden auf einer Fundamentplatte abgestützt. Diese Platte wurde mit Injektionsbohrankern zurück verankert, die Druckkräfte wurden über zwei grosse, 2,00 m dicke und 4,00 m lange Vertikalpfähle abgetragen.

Der Bemessungsfall für den Geschiebesammler ist das 300-jährliche Murgangereignis mit 15'000 m³ Geschiebe. Der Geschiebesammler wurde aber auch auf den Überlastfall mit einem Murgang-Ereignis von 30'000 m³ Geschiebe ausgelegt. Wegen der Stauhöhe von über 10,00 m und der besonderen Gefahr für das Dorf Lauterbrunnen wurde das Bauwerk der Stauanlagenverordnung (StAV) unterstellt. Für den Nachweis der konstruktiven Sicherheit wurden die beiden Gefährdungsbilder Murgang und Erdbeben mit unterschiedlichen Lastfällen untersucht.

3.3 Bautechnik und Bauablauf

Für die Erhöhung der Abschlussperre musste zwischen der bestehenden Sperre und dem erhöhten Teil ein kraftschlüssiger Verbund hergestellt werden. Dazu wurde die Bewehrung im Kronenbereich mittels Jetting freigelegt, die Anschlussbewehrung verlegt und der Beton reprofiliert. Das Murgang-Rückhaltenetz wurde rechtsufrig im Fels verankert, links in der Betonsperre. Die Netzlänge beträgt auf der Netzoberkante 29,00 m. Damit keine zu grossen Spannweiten resultieren, wurden zwei Vertikalstützen mit einem Abstand von 10,00 m versetzt. Die maximale vertikale Einsenkung des Netzes während der Verfüllung beträgt 0,90 m. Diese Einsenkung wurde beim Nachweis des Rückhaltevolumens des Sammlers berücksichtigt.

Die Hauptarbeiten wurden von Ende April 2012 bis Ende November 2012 ausgeführt. Die Fertigstellung erfolgte im Frühjahr 2013. Der neuen Foundation

der Abschlussperre (Ortbetonpfähle, Fundamentplatte und Wandscheiben) kam bei der Festlegung des Bauablaufs eine besondere Bedeutung zu. Diese Bauteile mussten in einer möglichst kurzen Bauzeit erstellt werden, damit sie vor der Gewittersaison fertiggestellt werden konnten.

4 Vergleich ältere und jüngere Projektierung

4.1 Interdisziplinarität

Die Projektierung und die Realisierung des jüngsten Hochwasserschutzprojektes erforderte eine enge Zusammenarbeit vom Gefahrenspezialisten, Wasserbauer, Statiker, Förster, der Schwellenkorporation als Wasserbauträger, Kanton und Bund als Subventionsbehörde und der Gemeinde. Im Gegensatz zu vorherigen Projekten war der Gefahrenspezialist während der ganzen Projektierungs- und Realisierungsphase im Projektteam eingebunden. Dies förderte die Prozesskenntnisse aller Beteiligten, stellte sicher, dass die statischen Randbedingungen richtig festgelegt wurden und führte letztendlich dazu, dass die Gefahrenkarte nach der Realisierung – wie im Projekt vorgesehen – angepasst werden konnte. Ein wichtiger Erfolgsfaktor war, dass alle Beteiligten die in den Szenarien beschriebenen Prozesse und die daraus resultierende Gefährdung verstehen konnten.

4.2 Partizipation

Im jüngsten Projekt wurde bereits in einer frühen Projektphase versucht, die wichtigsten Akteure in die Projektorganisation mit einzubeziehen. Private Grundeigentümer waren nur randlich vom Vorhaben betroffen. Das Projekt wurde allerdings der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Auch hier war es sehr wichtig, dass der Bevölkerung von Lauterbrunnen die Gefährdung verständlich gemacht und mit Visualisierungen aufgezeigt werden konnte, dass sich die Sammlervergrößerung durch die Kombination von Beton und Murgang-Netzen sehr gut in die Landschaft integrieren lässt.

4.3 Überlastfall / Restgefährdung / Umsetzung Nutzungsplanung

Im Rahmen des Projektes V/2002 zum ersten Geschiebesammler wurde der Überlastfall nicht im Detail geprüft oder der Sammler der StAV unterstellt. Das Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) verlangte im Rahmen der Unterstellung der StAV den Nachweis, dass das Bauwerk unter der maximalen Belastung nicht vollständig versagt. Weiter mussten die dazugehörigen Maximalszenarien definiert und die Risiken des Überlastfalls quantifiziert werden. Die Ausscheidung der Überlastszenarien basierte auf Annahmen, die grundsätzlich schwer zu belegen sind. Die Überlastszenarien fanden ihren Niederschlag in der Ausscheidung der Restgefährdungsflächen in der re-

vidierten Gefahrenkarte nach Abschluss des Bauwerkes. Die revidierte Gefahrenkarte wiederum ist Grundlage für die Nutzungsplanung der Gemeinde.

4.4 Rolle von Gemeinde, Kanton und Bund

Wasserbau ist seit der ersten Bundesverfassung von 1847 eine Verbundaufgabe zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden. Der erste bernisch kantonale Erlass stammt vom 3. April 1857 und war bis zum moderneren Wasserbaugesetz von 1989 gültig. Der Gryfenbach war zwar gemäss dem Gesetz von 1857 ein Privatgewässer, er wurde aber mit RRB (Regierungsratsbeschluss) vom 20.5.1894 unter öffentliche Aufsicht gestellt, da er „durch Überschwemmung, Uferbruch, Geschiebetrieb oder Versumpfung gemeinschädlich wirken“ kann. Alle genannten Projekte von 1915 bis heute wurden von Bund und Kanton mit einem Beitrag von 65% bis 75% subventioniert. Die Bauherrschaft war meistens die Gemeinde, manchmal auch der Kanton. Sämtliche Baubewilligungen stellte der Kanton aus.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Im Oberländer Tagblatt erschien am 1.10.1914 ein Artikel über die Rutschung, die die Gemeinde Lauterbrunnen am 26./27. September 1914 bedrohte:

„Der freundliche junge Lauterbrunner Pfarrer, der mich hinauf ins Herrenbach- und Lauibach-Gebiet begleitet, nennt flinke Beine und eine unverwüstliche Kleidung sein eigen; (...) Herrenbach und Lauibach fliessen zum grossen Teil in der Erde; (...) So ist es sehr schwer, ihnen an der richtigen Stelle beizukommen, dort energisch zuzugreifen, wo das Übel sitzt. (...) Verbauungen werden hier kaum in Frage kommen können, wohl aber werden die Wasserverhältnisse der Alp Bletschen geregelt werden müssen, damit die Bergbäche nicht mehr hinterlistig und unterirdisch wühlen können wie bisher.“

Am 20.10.1914 beschloss der Regierungsrat, dass die Baudirektion ermächtigt werde, die Arbeiten zur Ausführung zu bringen und die Kosten auf Vorschuss zu übernehmen. Die Projektvorlagen seien sobald als möglich zur Genehmigung einzureichen. Die Massnahmen wurden aufgrund eines amtlich angeordneten Augenscheins durch das eidgenössische Oberbauinspektorat definiert.

Diese Zeitzeugnisse zeigen verschiedene Aspekte, die sich im Laufe des letzten Jahrhunderts stark verändert haben. Der Lauterbrunner Pfarrer hat in den letzten Projekten keine bedeutende Rolle mehr gespielt. Interessanter sind jedoch die Aspekte der Projektentwicklung, der Öffentlichkeitsarbeit und Partizipation, wie auch der integrale Ansatz. Mit der Zunahme des Schaden-

potentials und damit auch der Verletzlichkeit auf dem Kegel des Gryfenbachs nahm auch der Kreis der Betroffenen und Akteure zu. Die Obrigkeitsgläubigkeit nicht nur gegenüber den geistlichen, sondern auch gegenüber den weltlichen Behörden nahm stark ab.

Heute ist es üblich, dass bei wasserbaulichen Projekten öffentliche Veranstaltungen stattfinden. Dies ist je nach gewähltem kantonalem Verfahren Vorschrift und wird zusätzlich von Bund und von Kanton bei der Festlegung des Subventionssatzes berücksichtigt. Für die Öffentlichkeitsarbeit sind nicht nur Informationen, sondern auch geeignete Illustrationen gefragt. Für die Planer sind diese Veranstaltungen zur Projektoptimierung von grossem Nutzen, da sehr oft Fragen gestellt werden, auf die schlüssige Antworten gefordert sind.

Es ist heute auch nicht mehr so, dass je ein Vertreter von Bund, Kanton und Gemeinde während der Besichtigung die Massnahmen abschliessend bestimmen. Ein interdisziplinäres Team ist gefragt, welches das Projekt von Anfang bis Ende begleitet und steuert. Diese Interdisziplinarität ist notwendig, damit die vielen Anforderungen an ein Projekt, wie Schutzziel, Statik und Bautechnik, Umweltverträglichkeit, Öffentlichkeitsarbeit, Risikokommunikation, Akzeptanz, Rahmenbedingungen aufgrund von bestehenden Nutzungen oder Infrastruktur und eine Vielzahl von Regelungen und Normen bestmöglich berücksichtigt, respektive optimiert werden können.

Nicht zuletzt ist das Wasserbauprojekt nicht mit der Bauabnahme beendet. Zum einen erfolgt normalerweise aufgrund eines abgeschlossenen Bauwerks eine Anpassung der Gefahrenkarte, aber auch der Notfallplanung (integrales Risikomanagement). Zum anderen beginnt dann Betrieb und Unterhalt des Bauwerks, welches im Fall des Gryfenbachs der StAV unterstellt ist. Hier stösst die Risikokommunikation an ihre Grenzen. Für die Bevölkerung von Lauterbrunnen, die beinahe auf Schritt und Tritt mit irgendwelchen Naturgefahren konfrontiert ist, war es schwer verständlich, dass man am Gryfenbach Überlegungen zum Überlastfall anstellen musste. In Zusammenhang mit dem Klimawandel ist die Notwendigkeit von Überlastfallüberlegungen aus fachlicher Sicht allerdings unbestritten.

Referenzen

- Bettschen und Blumer (2003). Projekt V/2002 für die Verbauung des Gryfenbachs. Neuer Geschiebesammler mit Dosiersperre. 18.12.2003.
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2010). EconoMe 2.2.
- GEOTEST AG / IMPULS / BEFFA (2003). Gefahrenkarte Lauterbrunnen. Bericht Nr. 00063.1 vom 31. Januar 2003.
- Hählen, N., Bender, R., Oberingenieurkreis I (2012). Exkursionsbericht. KOHS-Weiterbildungskurs "Hochwasserschutz" vom 25. / 26. Oktober 2012.
- Impuls, Geotest AG (2004). Risikoanalyse Lauterbrunnen. November 2004.
- Oberingenieurkreis I (1914–2013). Projektdossiers und Akten zu den Verbauungsprojekten I bis VI.
- Regierungsrat des Kantons Bern (2005). Risikostrategie Naturgefahren: Ergebnissicherung der Klausurtagung des Regierungsrates vom 10. August 2005, 24.8.2005.
- Romang, H. (Ed.) (2008). Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Dezember 2008.

Adressen der Autoren

Dr. Oliver Markus Hitz (korrespondierender Autor)

Email: oliver.hitz@bve.be.ch

Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis I
Schlossberg 20
CH-3601 Thun

Martin Amacher

Mätzener & Wyss Bauingenieure AG
Hauptstrasse 21
CH-3800 Unterseen

Rolf Künzi

Flussbau AG SAH
Schwarztorstrasse 7
CH-3007 Bern

Severin Schwab

GEOTEST AG
Birkenstrasse 15
CH-3052 Zollikofen