Zeitschrift: Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern
Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern
Band: 62 (2007)

Artikel: Naturgefahren : Lawinen, Steinschlag, Hochwasser
Autor: Kienholz, Hans / Schmid, Franziska / Keusen, Hans Rudolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-960379

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

5

Naturgefahren – Lawinen, Steinschlag, Hochwasser

Hans Kienholz · Franziska Schmid
Hans Rudolf Keusen · Eva Gertsch

102.

Einleitung

Im Hochgebirge wird die Oberfläche in dauerndem Zusammenspiel von Hebung und Abtrag geformt. So hebt sich das Gebiet des Welterbes durch tektonische Vorgänge jährlich um 0.5–0.7 mm/Jahr (siehe auch Beitrag «Geologie» in diesem Band). Verwitterung und Erosion unter dem Einfluss der Schwerkraft führen zu einem steten Abtrag von Boden- und Gesteinsmaterial und gleichen somit die Hebungen mehr oder weniger aus. Der Abtrag, meist gefördert durch abfliessendes Wasser, Schnee, Eis, Wind, da und dort auch durch Menschen und Tiere, geschieht vielerorts und lange Zeit sanft und fast unmerklich. Gelegentlich, oft unter dem Einfluss ungünstiger Witterungsverhältnisse, kommt es zu plötzlichen Entladungen in Form von Felsstürzen, Erdrutschen, Lawinen, Murgängen oder Wildbachereignissen. Diese Prozesse treten auch in der Welterbe-Region häufig auf. Einen Überblick über abgelaufene und registrierte Ereignisse geben die kantonalen Ereigniskataster.

Eher selten sind dagegen Sturmwinde und Erdbeben. Sie können direkten oder indirekten Einfluss auf die oben erwähnten Prozesse haben, wie etwa die Zerstörung von Schutzwäldern durch einen Sturm oder die Auslösung von Felsstürzen durch Erdbeben. Den möglichen Folgen der globalen Klimaänderung muss besonders im Hochgebirgsraum zunehmende Aufmerksamkeit geschenkt werden: Der offensichtliche Gletscherschwund und das eher im Verborgenen stattfindende Auftauen des Permafrostes bedeuten eine zusätzliche Destabilisierung der Hänge.

Die beschriebenen Prozesse ereignen sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit entweder regelmässig (z. B. Lawinen in einem bestimmten Lawinenstrich) oder einmalig (z. B. grössere Felsstürze); es kann sich um kleinere Ereignisse handeln (z. B. örtlich begrenzten Steinschlag) oder um spektakuläre, ganze Landschaften umgestaltende Vorgänge (z. B. Bergsturz). Zu einer Gefahr werden die Naturprozesse erst, wenn ihnen Menschen, Tiere und Sachwerte ausgesetzt sind. Dann können die Auswirkungen der Naturgewalten Schäden an Hab und Gut anrichten oder zu Todesopfern führen.

Seit jeher sind die Menschen in der Welterbe-Region mit Naturgefahren konfrontiert, wie das folgende Zitat aufzeigt (Michel 1937):

«Der allerhinterste ständig bewohnte Weiler im Tal ist die Sichellauinen. Ein paar niedrige Holzhäuslein sind aus Angst vor Steinschlag und Lauinot eng zusammengekauert, beinah am End der Welt, am zweimal bergschuhbreiten Fussweg nach dem verrufenen Rottal. Vor Zeiten sollen sich hier oben Gerstenäcker und Weizenfelder ausgebreitet haben, deren gelbes Halmenmeer man im Sommer in weitausholendem Schwung mit der Sense mähen konnte, ohne befürchten zu müssen, sie in Steinen schartig zu schlagen.

Einmal aber stürzte die Lauine, nach einem schneereichen Winter, so unerhört wuchtig vom Rottal nieder, dass auf der andern Talseite, hoch ob der Tschingellütschine, alle Tannenbäume wie Zündhölzer geknickt waren. Nach der Schneeschmelze sah man, dass alles fruchtbare

Abbildung 1: Rutschhang (Tripfi / Lauterbrunnen). Ein natürlicher Vorgang wird zur Gefahr für Menschen und Sachwerte. Mit der Bedrohung von Infrastrukturen sind oft auch indirekte wirtschaftliche Schäden (z.B. Sperrung von Verkehrswegen) verbunden. (Foto: H. Kienholz, 1983)

Ackerland vielfusstief unter Schutt und grossen Blöcken begraben lag. Die Häuser blieben verschont, aber noch lange Zeit nachher war das ganze Gelände eine Striegelweid (unabträgliche Weide) auf der man keinen rechten Sensestreich tun und kein Getreide mehr säen konnte. Das spärliche Gras zwischen den vielen Steinen musste mit der Sichel gemäht werden. In Erinnerung an diese Zeit heisst der Weiler noch heute Sichellauinen.»

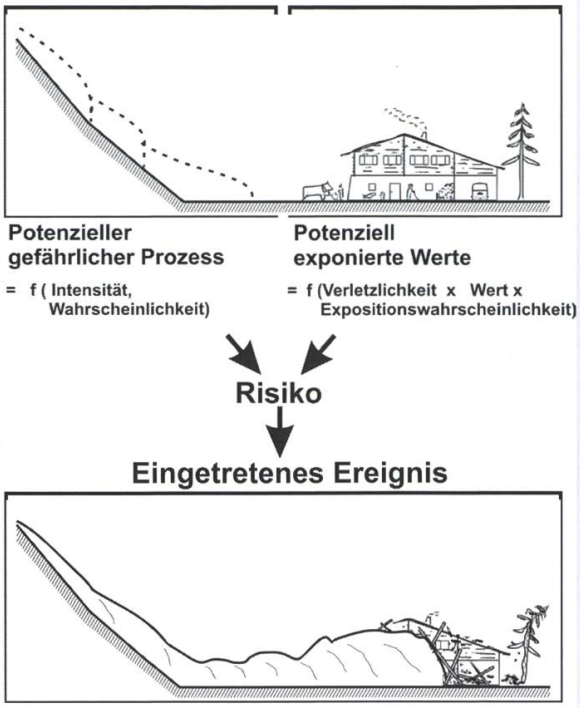
Die Nutzung eines Naturraumes ist immer mit Chancen und Risiken verbunden, die sorgfältig gegeneinander abzuwägen sind. Im Laufe der letzten gut 100 Jahre hat eine rasante Entwicklung von einem mehrheitlich bäuerlichen Umfeld hin zu einem ausgeprägten Schwergewicht im Dienstleistungssektor stattgefunden. Parallel dazu hat sich der materielle Wohlstand entwickelt, und im öffentlichen Bereich sind hochwertige Infrastrukturen aufgebaut worden. Dies hat generell eine Zunahme der Verletzlichkeit gegenüber Naturgefahren in finanzieller und wirtschaftlicher Hinsicht zur Folge. Im Zuge dieser gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung hat sich auch der Umgang mit Naturgefahren zu einem modernen Risikomanagement entwickelt.

■ **Naturgefahren – Naturrisiken**

Als Naturgefahr wird ein (möglicher) gefährlicher Prozess, z. B. eine mögliche Lawine, bezeichnet. Die betrachtete Lawine weist eine bestimmte Intensität bzw. Zerstörungskraft auf und tritt mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ein (z. B. praktisch jedes Jahr oder vielleicht nur etwa einmal innerhalb von 100 Jahren).

Wie gross das mit dieser Lawine verbundene Risiko (Naturrisiko) ist, hängt nun aber auch davon ab, auf was sie auftreffen kann. Stehen in ihrer Bahn Wohnhäuser, besteht ein grosses Schadenpotenzial: Menschenleben sind gefährdet und grosse Sachschäden sind möglich. Je grösser die Wahrscheinlichkeit ist, dass sich Menschen im Bereich des gefährdeten Hauses aufhalten, je mehr Menschen es sind und je grösser der Wert der Häuser und der übrigen Sachwerte sind, desto grösser ist das Schadenpotenzial.

Das betrachtete Risiko hängt nun davon ab, wie häufig und gefährlich die Lawine ist und wie gross das in ihrer Bahn befindliche Schadenpotenzial ist.



Strategien im Umgang mit Naturrisiken

Schutz vor Naturgefahren wurde schon früh betrieben. Die erste Antwort der Menschen auf die Bedrohungen zu reagieren bestand darin, ihnen auszuweichen. Alte, relativ sichere Siedlungsstandorte zeugen von dieser Strategie (z. B. Wiler/Lötschental). Nutzungsverzicht und -anpassung wurde nicht nur durch genaue Ortskenntnis, sondern auch durch wiederholte «trial and error» Verfahren umgesetzt.

Mit dem zunehmenden Eindringen der Menschen in die Naturräume traten aktive Massnahmen in den Vordergrund, d. h. technische Schutzbauten: Stützverbauungen und Aufforstungen in potenziellen Lawinenanrissgebieten; Dämme entlang der Talgewässer, welche die gelegentlich auftretenden Hochwasser an Siedlungen und Nutzflächen vorbeileiten sollen; Entwässerungsrohre, um der Gefahr von Rutschungen entgegenzuwirken (z. B. im Rutschhang oberhalb von Burglauenen bei Grindelwald).

Schäden durch Naturgefahren lassen sich nicht völlig vermeiden. Um sie auf ein akzeptables Mass zu senken, bieten sich verschiedene Strategien an:

- Risiken vermeiden: Gefahr eliminieren (z. B. Sprengung eines gefährlichen Felskopfes) und/ oder meiden der gefährdeten Gebiete.
- Risiken vermindern: Die Intensität und die Auswirkung des Prozesses werden abgedämpft. z. B. Rückhaltebecken wie am Kelchbach oberhalb von Naters sollen Hochwasserspitzen brechen und Feststoffe zurückhalten.
- Ereignis bewältigen: In allen Gemeinden stehen gut ausgebildete und ausgerüstete Führungsorgane und Wehrdienste bereit. Für den Notfall werden entsprechende temporäre Massnahmen vorbereitet: Vorsorgliche Auslösung von Lawinen durch Sprengung, die Anhebung von Brücken (z. B. Saltinabrücke in Brig), Evakuation von besonders gefährdeten Siedlungsteilen, Sperrung von Bahn und Strasse. Wenn die örtlichen Organe an die Grenzen ihrer Möglichkeiten stossen, springen Kanton und Bund ergänzend ein.
- Risiken übertragen: Ein beachtlicher Teil der direkten finanziellen Schäden wird heute durch eine Risikoverteilung in Form von Versicherungen abgedeckt. Was aber geblieben ist, und womit immer wieder gerechnet werden muss, sind immaterielle Schäden und menschliches Leid, wenn es zu Todesopfern und Verletzten kommt.

Es ist davon auszugehen, dass die Risiken in der Zukunft eher zunehmen. Faktoren wie wachsende Bevölkerung (Wohnbevölkerung und Touristen), zunehmende Mobilität, grössere Raumansprüche des Einzelnen führen vielerorts zu einem verstärkten Nutzungsdruck in Richtung weniger sicherer Flächen. Dazu kommt, dass den neu zugezogenen Personen oder sich nur temporär im Gebiet aufhaltenden Touristen die wichtige langjährige Erfahrung mit den örtlichen Naturgefahren fehlt. Ausserdem steigen die Ansprüche an die Sicherheit und die Verfügbarkeit von Verkehrswegen. Der Gesetzgeber hat darum die Strategie *Risiken vermeiden* institutionalisiert: auf der Basis von Gefahren- und Risikokarten schränken raumplanerische Massnahmen die Nutzung gefährlicher Zonen ein.

Unter einem «integralen Risikomanagement», wie es in Abbildung 2 dargestellt ist, wird ein operatives Konzept zur Handhabung von Naturrisiken verstanden. Dabei beginnt ein systematisches und logisches Vorgehen gegenüber Naturgefahren mit einer umfassenden Gefahren- und Risikobeurteilung. Auf dieser Grundlage können präventive Massnahmen geplant und implementiert sowie die notwendigen Vorsorgemassnahmen für den Einsatz im Ereignisfall an die Hand genommen werden. Im Ereignisfall werden die Interventionskräfte aktiv und leiten nach den Rettungseinsätzen die Instandstellung ein. In der darauf folgenden Regenerationsphase gilt es nicht zuletzt auch, aus den Erfahrungen zu lernen und die Prävention und Vorsorgemassnahmen für zukünftige Ereignisse zu optimieren. Dadurch können Ausmass und Wahrscheinlichkeit von gefährlichen Naturereignissen reduziert oder zumindest deren schädliche Auswirkungen vermindert werden.
Risikomanagement ist nicht nur ein theoretisches Konzept: vielfältige Aktivitäten in der Welterbe-Region zeigen, dass der Umgang mit Naturgefahren bewusst gelebt wird (siehe Tab. 1).

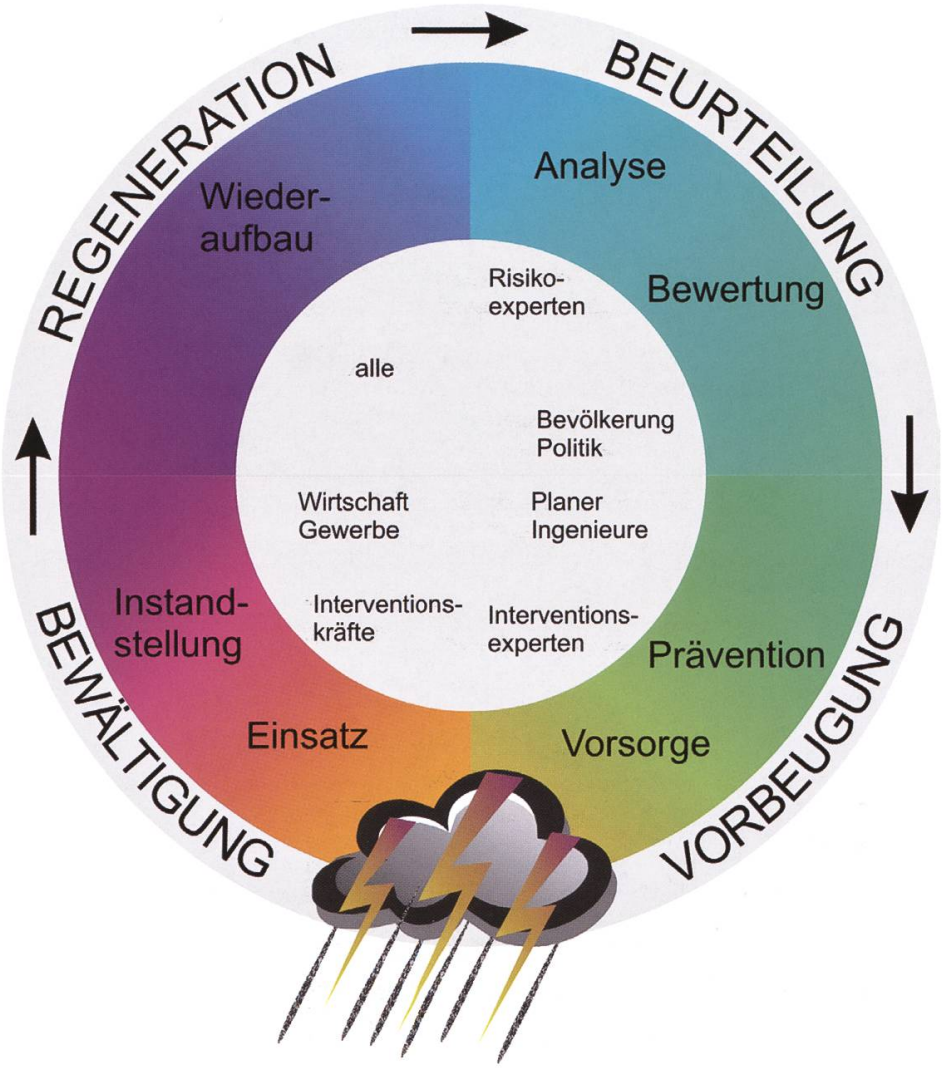


Abbildung 2: Umgang mit Naturrisiken – systematisches Vorgehen im Kreislauf von Beurteilung, Vorbeugung, Bewältigung und Regeneration. (Kienholz et al.)

Teil im Kreislauf	Praxis in der Welterbe-Region
Analyse	Die seit Generationen überlieferte Erfahrung im Umgang mit Naturgefahren und die genaue Beobachtung der Natur sind eine Bereicherung der von (externen) Fachexperten angefertigten Gefahrenkarten.
Bewertung	Die Gemeinde **Grindelwald** erachtet das Risiko, dass ein Felskopf, der die Zufahrtsstrasse bedroht, abstürzen, jemanden verletzen und das Tal für einige Tage abschliessen könnte, als zu hoch. Deshalb entscheidet sie sich für eine Sprengung des Felskopfes.
Prävention	Lawinenverbauungen halten die Schneemassen zurück und schützen die **Wengernalpbahn** unterhalb der Wasserstation vor Lawinen.
Vorsorge	Die Schulkinder in **Stechelberg** lernen, wie sie sich im Fall einer Staublawine auf ihrem Schulweg verhalten müssen: Sie sollen zu den Schutzbunkern rennen, die entlang der Strasse aufgebaut sind, sich dort niederkauern und das Gesicht verbergen, um sich vor dem grossen Druck und dem in die Lungen dringende Schneestaub zu schützen. Die Feuerwehr **Mörel** trainiert das Szenario Verklausung des Dorfbaches und Übermurung des Dorfes und bereitet sich so auf den Ereignisfall vor. Die Föhnwache, die während Sturmwinden in **Grindwald** patrouilliert, übernimmt die Funktion eines Frühwarnsystems.
Einsatz	Während den Unwettern 2000 wurde die gesamte Bevölkerung von **Baltschieder** ins Nachbardorf Ausserberg evakuiert. Damit konnten Todesopfer oder Verletzte verhindert werden. Beim Hochwasserereignis 2005 wurden in **Grindelwald Grund** sämtliche Gäste eines Hostels frühzeitig evakuiert. Vier Stunden später war das Hostel 50 cm hoch überschwemmt.
Instandstellung	Im abgeschlossenen **Grindelwald** während des Lawinenwinters 1999 gründeten Bauern spontan eine improvisierte Dorfkäserei, in der die Milch zu später touristisch verwertbarem «Lawinenkäse» verarbeitet wurde. Während den Hochwasserereignissen im August 2005 wurde das Bahntrassee der **Berneroberlandbahnen** an 34 Stellen beschädigt. Die Instandstellung musste innerhalb kürzester Zeit erfolgen, so dass die Bahn vor der Wintersaison wieder fahren konnte.
Wiederaufbau	Die Talstation der Seilbahn **Wengen-Männlichen** wurde nach ihrer Zerstörung im Winter 1999 in den sichereren Ortsteil verlegt. **Baltschieder** bekam nach dem Unwetter 2000 einen neu gestalteten Dorfplatz, was eine grosse Aufwertung für das Dorf bedeutet.

Tabelle 1: Risikomanagement in der Welterbe-Region

Mensch und Naturgefahren – Beispiele aus der Welterbe-Region

5

In den folgenden drei Beispielen wird detaillierter auf einige der oben angesprochenen Aspekte eingegangen.

Felsstürze im Jungfraugebiet

Allgemeine Situation

Das Jungfraugebiet wird durch viele touristische Anlagen erschlossen. Bahnen transportieren Touristen bis ins Hochgebirge. Zahlreiche stark frequentierte Wanderwege führen durch steile Gebiete. Touristen werden vielerorts direkt mit Naturgefahren konfrontiert.

Geologisch zeichnet sich das Jungfraugebiet durch eine grosse Gesteinsvielfalt aus. Einerseits sind es die rutschanfälligen Gesteine des Dogger (Aalenienschiefer) im Gebiet Wengen –Kleine Scheidegg–Grindelwald–Grosse Scheidegg und anderseits die Kalksteine und Gneise des Hochgebirges mit ihren steilen, steinschlaggefährdeten Flanken (siehe auch Beitrag «Geologie» in diesem Buch).

Permafrost – d. h. dauernd gefrorener Untergrund – tritt auf Höhen oberhalb von 2600–2800 m ü.M. auf. Die Klimaerwärmung ist daher im Jungfraugebiet ein wichtiges Thema. Die auf dem Jungfraujoch seit 1933 systematisch gemessenen Lufttemperaturen zeigen ab 1980 einen markanten Anstieg der mittleren Temperatur, der bis heute ca. 1–1.5° C ereicht. Die Klimaerwärmung hat nicht nur einen markanten Rückzug der Gletscher zur Folge, sie führt auch zum Auftauen des Permafrostes.

Der Felssturz auf dem Jungfraujoch vom 1.10.1991

Am 1.10.1991 ereignete sich beim alten Sphinxausgang auf dem Jungfraujoch ein Felssturz von 5000 m^3. Der Ausgang wird vor allem im Sommer und Herbst von Touristen stark benutzt. Dank eines Frühwarndienstes konnte der Absturz rechtzeitig vorhergesehen und damit eine mögliche Katastrophe verhindert werden.

Der alte Sphinxausgang lag unter einem kleinen Überhang aus Granitgneis. Die später abgestürzte Gneisplatte hatte ein Ausmass von ca. 30 x 30 x 5 m (Höhe x Breite x Dicke). Unmittelbar oberhalb dieser Felspartie steht die Ruine des ehemaligen Genferobservatoriums.

Beobachtungen und Frühwarndienst

Achtzehn Monate vor dem Absturz entdeckte ein Angestellter der Jungfraubahn in dem mit Spritzbeton verkleideten Gewölbe des Ausgangs einen frischen feinen Haarriss. In der Folge wurden Messungen veranlasst. Sie zeigten im Sommer 1990 ein stetiges, langsames Öffnen

des Haarrisses von anfänglich 0.3 mm bis auf 1.5 mm. Während des folgenden Winters kam die Bewegung zum Stillstand, um dann im Frühjahr 1991 erneut einzusetzen.

In der Folge wurde ein Extensometer eingerichtet, welches die Deformation im Gebirge sehr präzise messen kann. Dies erlaubte eine gute Prognose des Absturzzeitpunktes mit den entsprechenden Vorkehrungen zum Schutz der Touristen. Ab Juli 1991 nahmen die Deformationen stetig zu. Die Ablösekluft öffnete sich bis zum Absturz auf 14 mm.

Kausal ist der Felssturz auf die Wirkung von Schmelzwasser in der Ablösekluft zurückzuführen. Wasserdrücke von bis zu 3 bar hatten eine zunehmende Deformation des Felsens und schliesslich den Absturz zur Folge. Nur dank der aufmerksamen Beobachtung eines unscheinbaren Risses wurde man auf die grosse Gefahr aufmerksam.

Die Felsstürze im Jungfraugebiet im Hitzesommer 2003

Der Sommer 2003 war durch ausserordentlich hohe Temperaturen gekennzeichnet. Die langandauernde Wärme bis in grosse Höhen führte vielerorts in den Alpen zu häufigem Steinschlag auf sonst relativ sicheren Bergrouten und zu Felsstürzen (Montblanc, Matterhorn u.a.).

Im Jungfraugebiet wurden ebenfalls Felsstürze beobachtet. Sie ereigneten sich typischerweise aus eher nördlich gerichteten Felswänden oberhalb einer Höhe von 2700 m ü.M. Die ausserordentliche Wärme hatte hier den Permafrost, welcher gebräche Felspartien durch Kluft- und Poreneis stabil macht, aufgetaut. Die Eigernordwand, welche früher durch mehrere Firn- und Eisfelder strukturiert war, erschien 2003 erstmals schwarz. Die Felsstürze aus der Eigernordwand (Spinne, Rampe) vom August 2003 führten zu einer vorübergehenden Schliessung des Eigertrails. Wegen der Felsstürze bei der Breitlouwina musste der beliebte Wanderweg zwischen Pfingstegg und Halsegg geschlossen werden. Der Wanderweg wurde nun im Gefahrenbereich untertunnelt, so dass Wanderer diesen Wegabschnitt gefahrlos durchqueren können.

Auftauender Permafrost oberhalb Stieregg

Im Jahr 2000 setzten oberhalb Stieregg, unterhalb des Ankebällis auf einer Höhe von 2 600–2 700 m ü.M. Felsstürze ein (Abb. 3). Sie treten seither jeden Sommer in Erscheinung. Die Felsstürze führen zu vorübergehenden Schuttdepots im zum Unteren Grindelwaldgletscher hinabziehenden Graben. Bei Regen werden die Depots mobilisiert und fliessen als Murgänge talwärts. Die Murgänge entfalten eine extrem starke Erosion und tiefen den Graben ein (Abb. 4).

Die Felsstürze sind auf auftauenden Permafrost zurückzuführen. Das Ausbruchgebiet besteht aus blockigen Lockergesteinen und stark aufgelockertem Fels. Die Zwischenräume sind mit Eis durchsetzt.

Abbildung 3: Felsstürze im Jungfraugebiet. Auftauender Permafrost oberhalb Stierenegg (Foto: H.R. Keusen, 2003)

Abbildung 4: Stieregg, Rutschung. (Foto: H.R. Keusen, 2005)

Weitere Entwicklung

Die Felsstürze werden so lange anhalten, bis der gesamte aufgelockerte, durch Eis zusammengehaltene Fels abgestürzt ist. Es dürften insgesamt einige Hunderttausend Kubikmeter sein. Die Ereignisse gefährden den Bergweg zur Schreckhornhütte. Die traditionelle Sommerschäferei, welche auf diesen Weg angewiesen ist, musste 2004 aufgegeben werden. Im Juni 2005 rutschten zudem auf der Alp Stieregg grosse Teile des Moränenrandes ab. Das Berghotel Stieregg stand nach dem Abrutschen am äussersten Rand des Abgrundes und musste aufgegeben werden. In der Zwischenzeit wurde auf der Bäregg ein neues Berghaus gebaut. Das rasche Abschmelzen des Unteren Grindelwaldgletschers führt zur Bildung von Gletscherseen. Diese entleeren sicher immer wieder und es kommt zu Flutwellen in der Weissen Lütschine. Der starke seitliche Eintrag von Lockermaterial in den Gletscher fördert diese Störungen des Gletscherabflusses. Weitere Untersuchungen zu dieser Problematik sind im Gang.

Baltschieder – mehr als nur Wasser

Meterhohe Geschiebeablagerungen im Dorf, ganze Häuser, die eingekiest sind, unpassierbare Strassen. Das war das Bild der ausserordentlichen Unwetter vom 14./15. Oktober 2000 in Baltschieder. Ein in seinen Ausmassen bislang unvorstellbares Ereignis. Dass es in der jüngeren Vergangenheit keine vergleichbaren Überschwemmungen gab, das bestätigen auch die nur auf kleine Hochwasser ausgerichteten Verbauungen.

Das Gebiet auf der rechten Talseite der Rhone ist generell sehr trocken (mittlerer Jahresniederschlag Visp: 599 mm; MeteoSchweiz) und wird daher eher selten von Unwettern heimgesucht. So liegt das letzte grössere Hochwasser im Gebiet von Baltschieder über fünfzig Jahre zurück. Das Ereignis von 1948 wird aber als deutlich geringer eingestuft. Die bestehende kleine Geschieberückhaltesperre stammt etwa von 1930, was auf noch frühere Hochwasser hindeutet.

Die am dichtesten besiedelte Zone des Dorfes liegt auf dem relativ flachen Schwemmkegel des Baltschiederbaches. In der Zeitspanne von 1981 bis 1997 hat sich die Bevölkerung von Baltschieder verdoppelt, was eine rege Bautätigkeit nach sich zog (http://www.baltschieder.ch/) und generell zu einer Zunahme der potenziell exponierten Sachwerte geführt hat.

Hochwasser 2000

Das verheerende Unwetter vom 14./15. Oktober 2000, das fast den gesamten Kanton Wallis heimsuchte, forderte insgesamt sechzehn Todesopfer und verursachte Schäden in Millionenhöhe. Eine der am stärksten betroffenen Gemeinden war Baltschieder.

Nach den heftigen Niederschlägen am frühen Morgen des 15. Oktobers führte der Baltschiederbach Hochwasser mit einem entsprechend hohen Anteil an Feststoffen. Die Kapazität des Geschiebesammlers war völlig unzureichend und auch die Abflussschale, die das

Hochwasser gezielt hätte abführen sollen, verlor ihre Funktion. Der Baltschiederbach trat über seine Ufer und ergoss sich über den ganzen Schwemmkegel. Er überführte das Dorf zum Teil meterhoch mit Geschiebe. Im oberen Dorfteil wurden einzelne Häuser drei bis vier Meter mit grobem Geröll verschüttet (Abb. 5). 95 % des Wohngebietes waren betroffen: etwa 3 ha wurden mit Kies bedeckt, auf weiteren 70 ha waren Feinsedimente abgelagert (Walliser Bote 2000). Abschätzungen ergaben, dass auf dem Kegel ein Volumen von ca. 100 000 bis 120 000 m^3 an Geschiebe abgelagert wurde (Jäggi et al. 2004).

Um 5 Uhr früh wurde Hochwasseralarm ausgelöst, um 6 Uhr 30 trat der Baltschiederbach über die Ufer. Rechtzeitig konnten die Rettungskräfte die gesamte Bevölkerung evakuieren, so dass glücklicherweise keine Opfer beklagt werden mussten.

Der finanzielle Gesamtschaden belief sich auf ca. 80 Mio. CHF (BWG 2002). Beschädigt wurden gegen 200 Gebäude, aber auch die sonstige Infrastruktur wurde in Mitleidenschaft gezogen, so wurden, unter anderem, grosse Teile der Kanalisation zerstört.

Lehren aus dem Ereignis

Das Beispiel Baltschieder zeigt eindrücklich auf, dass Hochwasser im Alpenraum immer auch mit intensivem Geschiebetransport verbunden sein können. Studien zeigen, dass aufgrund der speziellen Morphologie der Gebirgsbäche bei häufigen, kleinen Ereignissen relativ wenig Geschiebe mobilisiert und transportiert wird (Bezzola et al. 1990). Erst bei extremen Hochwassern ist auch das Geschiebeaufkommen sehr hoch.

Abbildung 5: In Baltschieder wurden einzelne Gebäude meterhoch mit Geschiebe aus dem Baltschiederbach überführt. (Foto: PLANAT/BWG, 2000)

Der vorhandene Geschieberückhalteraum in Baltschieder war auf 5000 m^3 berechnet, das Ereignis im Oktober 2000 brachte aber bis zu zwanzig Mal mehr Geschiebe. Die Analyse des Ereignisses zeigte, dass bei einem zukünftigen Hochwasser in der gleichen Grössenordnung ebensoviel Geschiebe mobilisiert werden kann. Das heisst, dass auf dem Schwemmkegel ähnliche Ablagerungen zu erwarten sind. Es reicht demnach nicht aus, die Schutzbauwerke nur auf Reinwasserabflüsse zu dimensionieren, sondern der Geschiebetransport muss ebenfalls berücksichtigt werden.

Solche ausserordentlichen Ereignisse wie das beschriebene Beispiel treffen die Bevölkerung meist völlig überraschend. Die jahrelange, jahrzehntelange Ruhe – das Ausbleiben von grossen Hochwassern – führt dazu, dass sich die Menschen in Sicherheit wähnen. Das und der Siedlungsdruck hat auch in Baltschieder dazu geführt, dass die Bauzonen in gefährdete Gebiete ausgedehnt wurden.

Eine Gefahrenbeurteilung, die auch extreme Ereignisse berücksichtigt, ist darum eine unerlässliche Grundlage für die Planung von Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung.

Bedeutung der Gefahrenbeurteilung und der Gefahrenkarten

Mit den neuen Bundesgesetzen über den Wald und den Wasserbau, die 1991 in Kraft getreten sind, werden die Kantone verpflichtet, Ereigniskataster zu führen und Gefahrenkarten zu erstellen. Gefahrenkarten geben Auskunft über Intensität, Wirkungsbereich und Eintretenswahrscheinlichkeiten von gefährlichen Prozessen in einem abgegrenzten Gebiet. Sie bilden die fachliche Grundlage für die Berücksichtigung der Naturgefahren in den kommunalen Nutzungsplänen.

Um den möglichen Ablauf eines Prozesses und allfällige Schwachpunkte (z. B. eine zu kleine Brückenöffnung, die den Abfluss bremst) zu beurteilen, werden Gefährdungsbilder – sogenannte Szenarien – entwickelt. Wichtig ist auch die Betrachtung eines ausserordentlichen Ereignisses. So können Extremereignisse, wie das Hochwasser 2000 in Baltschieder eines war, erkannt, und entsprechende Notfallpläne vorbereitet werden.

Diesen Grundsätzen wurde seither in der Gemeinde Baltschieder Rechnung getragen, indem ein Schutzkonzept erarbeitet wurde, in das die Erfahrungen und gewonnen Erkenntnisse eingeflossen sind. Ziel ist es, übermässige und unkontrollierte Geschiebeablagerungen zukünftig zu verhindern. Dazu werden zwei Geschieberückhaltebecken gebaut. Die Fläche in unmittelbarer Nähe der Becken kann zwar genutzt, darf aber nicht mehr bebaut werden. Damit sollen ähnliche Schäden wie im Oktober 2000 zukünftig vermieden werden.

■ **Gefahrenkarten.** Die Ausarbeitung der Gefahrenkarte erfordert den Einbezug aller verfügbaren Hinweise und Informationen über die erwiesenen, vermuteten und potenziell möglichen Prozesse in einem bestimmten Gebiet. Für die Darstellung des Gefährdungsgrades wird die Intensität des Prozesses mit der Eintretenswahrscheinlichkeit verknüpft, und die entsprechende Fläche in den Farben rot (erhebliche Gefährdung), blau (mittlere Gefährdung) und gelb (geringe Gefährdung) dargestellt. Als Gefahrenzonen haben die ausgeschiedenen Flächen raumplanerische Konsequenzen (z. B. Bauverbot).
Die Erstellung der Gefahrenkarten ist in den Gemeinden des Welterbes z.T. bereits abgeschlossen oder in Bearbeitung. Auftraggeberin sind die Gemeinden, die Karten können in der Regel dort auch eingesehen werden.

Lawinenwinter 1999: Beispiel Wengen

Lawinen sind für die Bevölkerung der Bergregionen ein bekanntes Phänomen: an steilen, tief verschneiten Bergflanken lösen sich jedes Jahr bei unstabiler Schneedecke Lawinen. Die bekannten Lawinenzüge haben oft ihre eigenen Namen, z. B. die Eggigrabenlauenen, die Chläbischopflouena oder die Staldenlaui in Wengen. Regelmässig werden hier Lawinen beobachtet, die glücklicherweise oft schadlos für Hab und Gut ablaufen. Grosslawinen, die bis in die Siedlungsgebiete vordringen und Schäden sowohl an Menschenleben wie auch an Sachwerten fordern, sind selten.

Im Berner Oberland treten gefährliche Lawinensituationen häufig während und nach intensiven Schneefällen mit starken Nordwestwinden auf. Ausgeprägte Staulagen am Alpennordhang sind die Voraussetzung dafür (Ryter 2001). Eine solche Wetterlage entstand im Winter 1999, die Folge waren hohe Neuschneemengen, zahlreiche Lawinen mit Todesopfern und hohen Sachschäden im ganzen (europäischen) Alpenraum. Um in der Vergangenheit einen ähnlich extremen Winter zu finden, muss man bis ins Jahr 1951 zurückgehen.

Die Gemeinde Lauterbrunnen gehörte mit zwei Todesopfern zu den stark betroffenen Gemeinden des Lawinenwinters 1999.

Neuschneemengen in Rekordhöhe

Anfang des Jahres 1999 herrschte in weiten Teilen der Schweizer Alpen während längerer Zeit eine prekäre Lawinensituation. Grund dafür waren zwischen dem 27. Januar und dem 25. Februar drei kurz aufeinanderfolgende Nordwest-Staulagen, die den Alpen extreme Neuschneemengen brachten. Stürmische Winde begleiteten die heftigen Schneefälle. Während dieser Zeit waren entlang des Alpennordhanges zum Teil mehr als 5 Meter Neuschnee gefallen. Auch an der Station Wengen (1310 m ü.M.) wurden maximal 4.28 m gemessen. Diese aussergewöhnlichen Neuschneemengen führten im östlichen Berner Oberland dazu, dass die Lawinengefahr während dreizehn Tagen die Stufe «gross» und an sechs Tagen «sehr gross» erreichte.

■ **Beurteilungsskala Lawinengefahr.** Seit über 50 Jahren quantifiziert das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung die Lawinengefahr. Aufgrund von verschiedenen Einflussfaktoren wird die Eintretenswahrscheinlichkeit einer Lawine sowie ihr Ausmass beurteilt und in täglichen Lawinenbulletins veröffentlicht. Dabei wird die Gefahr – gemäss einer einheitlichen europäischen Skala – einer der fünf Gefährdungsstufen (gering – mässig – erheblich – gross – sehr gross) zugeordnet.
«Gross» heisst beispielsweise: Lawinenabgänge sind zu erwarten; Auslösung von Lawinen ist schon bei geringer Zusatzbelastung möglich. Im Winter wird täglich ein Lawinenbulletin veröffentlicht, das auf der Website des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung abgerufen werden kann (http://www.slf.ch/avalanche/avalanche-de.html).

Lawinenniedergang der Chläbischopflaui in Wengen

Auch in den Couloirs unterhalb des Tschuggen – dem Anrissgebiet der Chläbischopflaui – ist es Anfang Februar zu grossen Schneeablagerungen gekommen. Frühmorgens am 8. Februar löste sich im Bereich des «Schwarzen Bandes» ein Schneebrett. Die Lawine entwickelte sich auf ihrer über 1.3 km langen und sehr steilen Absturzbahn zu einer gewaltigen Staublawine, die auch viele Bäume mit sich riss. Am Wandfuss des Tschuggen folgte die Lawine nicht ihrer üblichen Bahn, sondern floss in nördlicher Richtung, wo sie mit voller Wucht auf das Gebäude des Restaurants «Oberland» traf. Das obere Stockwerk sowie der Dachstock wurden weggefegt und völlig zerstört. Das Besitzerehepaar verlor bei diesem tragischen Unglück das Leben (SLF 2000).

Die Chläbischopflaui ist seit Generationen im Dorf bekannt, jedes Jahr werden ein bis zwei Lawinenniedergänge beobachtet. Sachschäden im Gebiet «In Gassen», wo sich auch das Restaurant «Oberland» befand, sind nach dem SLF (2000) nur aus dem Jahr 1972 bekannt, als Lagerschuppen und die Fahrleitung der Wengernalp-Bahn zerstört wurden. Dokumentiert ist im Weiteren eine Staublawine vom Januar 1995, welche fast die Bahn erreichte.

Der Abgang einer grossen Staublawine kam in dieser Februarnacht 1999 für alle völlig überraschend, vor allem hatte niemand damit gerechnet, dass sie soweit nach Norden ausbrechen könnte. Erstmals seit 1988 gab es in der Schweiz wieder Lawinentote in einem bewohnten Gebäude zu beklagen (www.bielertagblatt.ch/).

Schadensbilanz im Berner Oberland

Nach diesem tragischen Unglück wurden sich die Behörden und Bevölkerung im Berner Oberland bewusst, dass Lawinen auch in Siedlungsgebiete eindringen können. In der Folge wurden im Berner Oberland insgesamt fast 2000 Personen während ein bis 18 Tagen evakuiert (Ryter 2001).

Trotz grossen Lawinenniedergängen wurden im weiteren Verlauf des Winters die bewohnten Gebiete im Berner Oberland von den verheerenden Auswirkungen der Lawinen verschont. Auch weitere Todesopfer waren glücklicherweise nicht zu beklagen. Dagegen war der finanzielle Schaden sehr hoch: an den Gebäuden belief er sich auf über 15 Mio. Franken.

Abbildung 6: Zerstörtes Restaurant Oberland durch die Chläbischopflaui (Foto: Kanton Bern, Amt für Wald, 1999)

Weiter waren Strassen, Stromleitungen, Bahnen und der Schutzwald stark in Mitleidenschaft gezogen. Ebenso stark ins Gewicht fielen aber auch die indirekten Schäden, beispielsweise die Einbussen im Tourismusbereich.

Integraler Lawinenschutz

Unter diesem Begriff wird der umfassende Schutz von Menschen, Tieren und Sachwerten vor Lawinen verstanden. Dazu werden verschiedene Massnahmen ergriffen: planerische (Zonenplan), organisatorische (Warnung, Evakuierung), waldbauliche (Schutzwald) und technische (Lawinengalerie). Der beste Schutz vor Lawinen ist es, gefährliche Gebiete ganz zu meiden. Dies ist allerdings schwierig umzusetzen, nicht zuletzt in Regionen, in denen der Tourismus einen hohen Stellenwert hat. Hier gilt es zwischen dem Nutzen und der Gefährdung sorgfältig abzuwägen.

Eine wichtige Grundlage um Entscheidungen zu treffen ist die Kenntnis der gefährlichen Prozesse. Seit den frühen Siebzigerjahren erfasst der Kanton Bern alle Lawinen, die in besiedeltem und erschlossenem Gebiet beobachtet werden (http://www.vol.be.ch/kawa/d/naturgefahren/). Mit diesen Angaben und mittels Berechnungen können gefährdete Flächen ausgeschieden werden. Schon sehr früh, nämlich 1960, und quasi als Pionierarbeit wurde für Wengen eine Lawinengefahrenkarte ausgearbeitet. Aufgrund konkreter Bauvorhaben wurde ein Vorschlag vorgelegt, welcher Zonen mit absolutem Bauverbot und Zonen mit bedingtem Bauverbot ausschied (siehe Abb. 7).

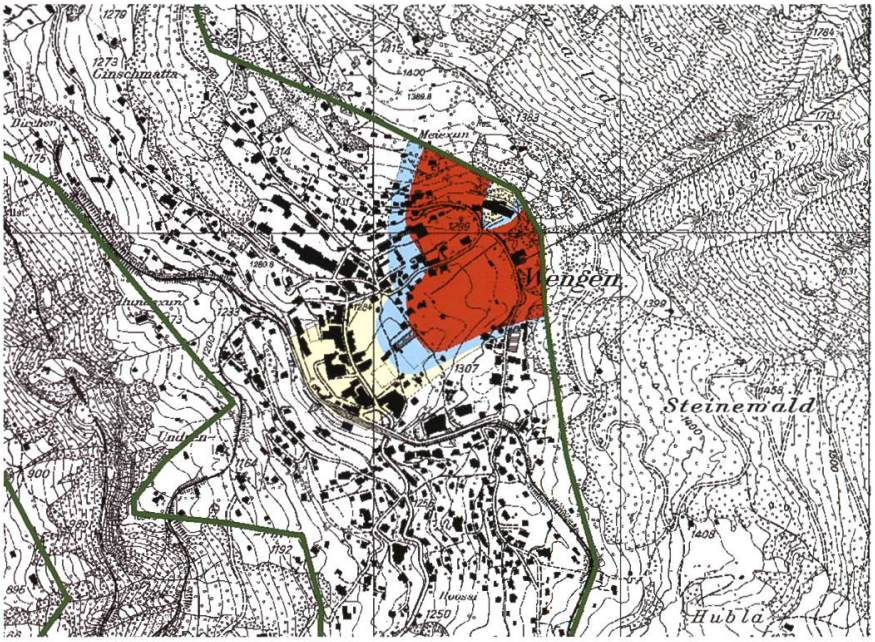


Abbildung 7: Ausschnitt aus der Lawinengefahrenkarte Wengen (Quelle: Kanton Bern, Amt für Wald)

Eine Analyse des Lawinenwinters 1999 zeigt auf, dass sich der Schutz vor Lawinen in den Siedlungen dank diesen verschiedenen Massnahmen heute auf einem hohen Stand befindet (SLF 2000). Leider sind auch trotz dieser guten Vorsorge bei extremen Bedingungen Todesopfer im Siedlungsraum nie ganz zu verhindern.

■ **«Schadenlawine» – «Touristenlawine».** Seit dem Katastrophenwinter 1951 wurden grosse Investitionen getätigt, um die Siedlungsgebiete und Infrastrukturen vor den schädlichen Auswirkungen der sogenannten Schaden- oder Tallawinen zu sichern. Der Erfolg dieser Anstrengungen wiederspiegelt sich im Rückgang der Lawinenopfer im «gesicherten» Bereich. Seit den 1970er Jahren ist aber infolge der wachsenden Zahl der Wintersportler eine Zunahme der so genannten Touristenlawinen zu beobachten. Darunter versteht man von Berg- und Tourengänger ausgelöste Lawinen. Freizeitsportler gehen freiwillig ein erhöhtes Risiko ein. Das schlägt sich in der Schadenstatistik in einer Zunahme tödlicher Unfälle nieder.

Fazit

Die Faszination, die von der Welterbe-Region ausgeht, wird durch die beeindruckende Hochgebirgslandschaft geprägt. Die Naturlandschaften und die vom Menschen geprägten Kulturlandschaften in den tieferen Lagen, die vielfältigen Nutzungen unterliegen und Lebensraum für die ansässige Bevölkerung bedeuten, üben eine grosse Anziehungskraft aus. Die Menschen leben in einer Natur, die nicht nur ihre schönen Seiten hat, sondern durch die eingangs erwähnten Prozesse wie Erosion, Felsstürze, Lawinen, Hochwasser immer wieder auch eine Bedrohung darstellt.

Die drei Beispiele Jungfraujoch, Baltschieder und Wengen stehen stellvertretend für zahlreiche andere Orte in der Welterbe-Region, wo sich die Menschen seit jeher, heute und auch in Zukunft mit Naturgefahren und den damit verbundenen Risiken auseinander setzen müssen. Dabei findet immer wieder eine Abwägung zwischen Nutzen und Gefahr statt. Extreme Ereignisse wie die geschilderten Beispiele sind nicht nur schmerzhafte Erfahrungen im Umgang mit Naturgefahren. Sie können auch als Auslöser von Lernprozessen gesehen werden. Im Nachgang von Ereignissen werden oftmals die Gefahren und Risiken neu beurteilt, und die Präventionsmassnahmen überprüft und optimiert. Der Umgang mit Naturgefahren ist allerdings eine Daueraufgabe und fordert den Menschen ständig – nicht nur nach einem grösseren Ereignis.

In vielen Gemeinden des Welterbes sind heute bereits Gefahrenkarten vorhanden, die Naturgefahren sind somit auch offiziell bekannt. Neben der Berücksichtigung der Gefahrenkarten in der Nutzungsplanung und den kommunalen Bauvorschriften können örtlich gezielt neue Schutzmassnahmen an die Hand genommen werden. Mindestens so wichtig sind aber auch die Überwachung und der Unterhalt der bereits bestehenden Massnahmen. Für den Ereignisfall gilt es, Organisation und Einsatzbereitschaft der Interventionskräfte auf dem bereits bestehenden hohen Stand zu halten und notwendige Verbesserungen einzuführen. Nicht zu vergessen ist auch, dass zu einer guten Vorsorge auch ein genügender Versicherungsschutz gehört, so dass die finanziellen Lasten im Schadenfall auf viele Schultern verteilt werden können.

Dieser Umgang mit Naturgefahren, der die Risiken möglichst gering halten will, der aber bewusst auch akzeptiert, dass auch in Zukunft nicht jedes Unglück, nicht alle Schäden verhindert werden können, wird heute als «Risikokultur» bezeichnet. Dieses Konzept steht für den bewussten Umgang mit Naturrisiken und zwar durch die betroffene Bevölkerung selbst, die in ihrem Alltag mit diesem Risiko leben muss und zudem auch für zahlreiche Touristen Verantwortung trägt. Die Bevölkerung und die verantwortlichen Behörden dürfen dabei auf die Unterstützung von spezialisierten Fachleuten und Institutionen zählen, mit denen die jeweils optimalen Lösungen gemeinsam erarbeitet werden können. Dieser Umgang mit Naturrisiken ist nichts Neues in den meisten Gemeinden des Welterbes, «Risikokultur» hat hier Tradition. Der folgende Bericht mag dies illustrieren (Graf 1989):

«Am 25. Mai 1970 ging die Hilleregglawine bei Sichellauinen nieder. Ihr Sturz am Schwarzmönch ist bei der Steilheit des Geländes schreckerregend: Abbühl Fritz, ein siebzigjähriger Landwirt des Weilers, konnte sich vor dem Luftdruck und den nahenden Schneemassen unter einer Mauer retten. Die Gewalt raste über ihn hinweg, und der Schnee deckte ihn zu. Von Mürren her kam die Meldung in den Stechelberg, es könne jemand von der Lawine erreicht worden sein. Eine Suchaktion kam rasch in Gang, vier Lawinenhunde wurden eingesetzt, aber lange Stunden ohne Erfolg. Ebenso vergeblich waren die Sondierungsarbeiten der Helfer. Fritz Abbühl bemerkte etwas von den Bemühungen auf der Lawine, er rief, aber seine

Stimme vermochte die Schneedecke nicht zu durchdringen. Nach gut sieben Stunden entdeckten die Hunde die Stelle, wo der Verunglückte lag, und die Bergung konnte erfolgen. Der Gerettete bedurfte der ärztlichen Pflege im Spital Interlaken. Als ehemaliger Hüttenwart und langjähriger Älpler hatte er die Zähigkeit, welche ihn die Heimsuchung überstehen liess.»

Ausgewählte weiterführende Literatur

Bezzola, G.-R., Kuster, P., Pelladini, St. 1990: The Reuss River Flood 1987 – Hydraulic Model Tests and Reconstruction Concepts. International Conference on River Flood Hydraulics, Wallingford UK, 17.–20. Sept., 1990, Paper J2: 317–326.

Burkhard, M. 1999: Strukturgeologie und Tektonik im Bereich Alp Transit. In S. Löw, R. Wyss (eds.): Tagungsband zum Symposium «Vorerkundung und Prognose der Basistunnels am Lötschberg und am Gotthard». A.A. Balkemaa, Rotterdam & Brookfield: 45-56.

BWG (Bundesamt für Wasser und Geologie) 2002: Ereignisanalyse Hochwasser 2000. Ereignisanalyse, Fallbeispiele. Berichte des BWG, Serie Wasser, Nr.2, Biel.

Graf, C. 1989: Geschichte der Talschaft Lauterbrunnen III, Neuzeit 2, 1798 bis um1980. Lauterbrunnen.

Jäggi, M., Nigg, U., Teysseire, P. 2004: Die Sedimentkatastrophe von Baltschieder. In: Internationales Symposion Interpraevent, Tagungspublikation. Riva del Garda.

Kienholz, H., Krummenacher, B., Kipfer A., Perret, S. 2004: Aspects of Integral Risk Management in Practice – Considerations with Respect to Mountain Hazards in Switzerland. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 56/3–4, 43–50.

Michel, H. 1937 : Ein Kratten voll Lauterbrunnen Sagen. Interlaken.

Ryter, U. 2001: Der Jahrhundertwinter im Berner Oberland. Ein Bericht der Abteilung Naturgefahren. Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Berns. Interlaken.

Schwarz, W. (o.J.): Lawinen und Lawinenschutz im Berner Oberland. o.O.

SLF (Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung) (eds.) 2000: Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse. Davos.

Walliser Bote, Ausgabe vom 21. Oktober 2000.

http://www.baltschieder.ch – Zugriff am: 14. Juni 2006.

http://www.bielertagblatt.ch – Zugriff am: 14. Juni 2006.

http://www.meteoschweiz.ch/de/ – Zugriff am: 14. Juni 2006.

http://www.naturgefahren.ch – Zugriff am: 14. Juni 2006.

http://www.slf.ch/avalanche/avalanche-de.html – Zugriff am: 14. Juni 2006.

http://www.vol.be.ch/kawa/d/naturgefahren/ – Zugriff am: 14. Juni 2006.

Adressen der Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. Hans Kienholz, Geographisches Institut der Universtität Bern, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern, hans.kienholz@giub.unibe.ch

Dipl. Geogr. Franziska Schmid, Geographisches Institut der Universtität Bern, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern, fschmid@giub.unibe.ch

Dipl. Geogr. Eva Gertsch, Geographisches Institut der Universtität Bern, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern, gertsch@giub.unibe.ch

Dr. Hans Rudolf Keusen, GEOTEST AG, Birkenstrasse 15, CH-3052 Zollikofen, zollikofen@geotest.ch