

Forstliches Verbauungs- und Aufforstungsprojekt
Brienzer Wildbäche



Geschichte, Ereignisse, Projekte, Erkenntnisse

Abteilung Naturgefahren
Schloss 5
3800 Interlaken

www.be.ch/naturgefahren
www.be.ch/abteilung-naturgefahren

Interlaken, im Juli 2007
Ueli Ryter

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Lage, Klima, Geologie	2
2. Naturgefahren	3
2.1 Ereignisse	3
2.2 Gefahrenpotenzial	10
3. Siedlungsentwicklung – gefährdetes Schadenpotenzial	11
4. Waldrodungen im Mittelalter	12
5. Forstliche Gesetzgebung	12
6. Öffentliches Interesse an Schutzmassnahmen	13
7. Projekte	14
7.1 Wasserbauprojekte	14
7.2 Forstliche Projekte	14
8. Wiederbewaldung	18
9. Erkenntnisse	19
10. Ausblick	20
Quellenangaben	21

Die Briener Wildbäche sind weit über die Region Brienz hinaus bekannt. Zahlreiche Naturkatastrophen mit zum Teil verheerenden Folgen für die lokale Bevölkerung lösten in der Vergangenheit schweizweit Betroffenheit und Solidarität aus.

Die nachfolgende Zusammenstellung gibt einen groben Ueberblick über wichtige Themen aus der Geschichte der Briener Wildbäche.

1. Lage, Klima, Geologie

Die „Briener Wildbäche“ gehören geografisch zum östlichen Berner Oberland und liegen auf den Gemeindegebieten von Brienz, Schwanden und Hofstetten.



Der Name ist ein Oberbegriff für 6 Wildbäche mit ihren Einzugsgebieten an den steilen Hangflanken der Südflänge zwischen dem Brienersee (564 m ü.M.) und dem Brienergrat (Briener Rothorn 2350 m ü.M.). Die Fläche beträgt insgesamt ca. 18 km², ohne Mülibach 13.5 km².

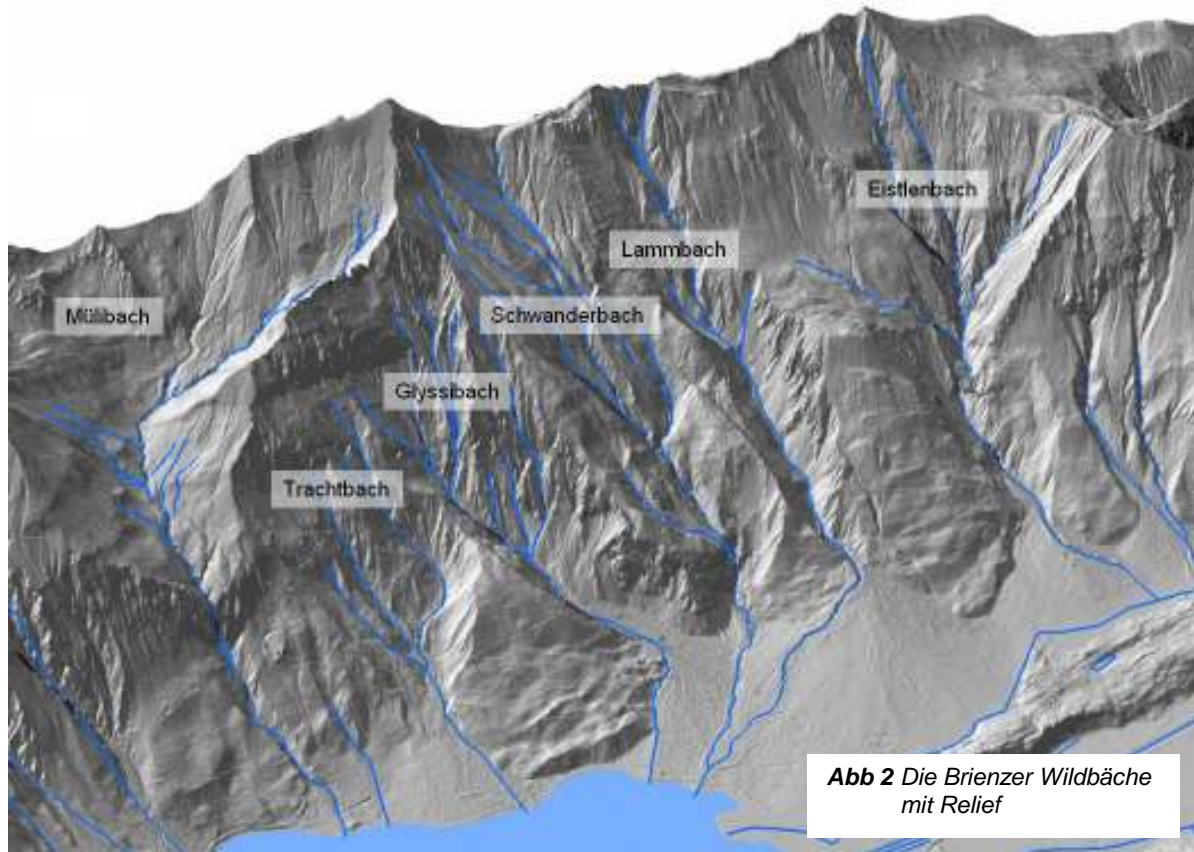


Abb 2 Die Briener Wildbäche mit Relief

Der Brienersee und der Einfluss des Föhns bewirken ein verhältnismässig mildes Klima, das sich auch in der Vegetation widerspiegelt: in den Wäldern bis 900 m ü.M. sind in Linden-Ahorn-Mischwäldern Sommer- und Winterlinde, Berg- und Spitzahorn, Bergulme und Esche vertreten. Nach oben schliessen der (Weisstannen-) Buchenwald und schliesslich der subalpine Fichtenwald an, der heute im Projektgebiet weitgehend verschwunden ist.

Der Brienergrat liegt im Bereich der Kreide- und Juraformationen der helvetischen Wildhorndecke. Die stabilsten Einheiten befinden sich in den Gebieten mit Malmkalk; in weiten Teilen herrschen jedoch Kieselkalke und kalkig-mergelige Schichten schlechter Qualität vor. Eine wichtige Rolle spielen die Sackungen: Diese enormen Beanspruchungen haben die Stabilität der Gesteine vermindert, sodass die Verwitterung rasch voranschreitet.



Abb 3 Die Briener Wildbäche, Ansicht vom Gegenhang

2. Naturgefahren

Aufgrund der topografischen, geologischen und klimatischen Verhältnisse sind im Gebiet der Briener Wildbäche die Voraussetzungen für verschiedene Naturgefahren gegeben.

Dies sind insbesondere die Prozesse Wildbach, Murgang, Uebersarung, Lawinen, Steinschlag, Felssturz, Rutschungen und Erosion. In verschiedenen Gebieten überlagern und beeinflussen sich diese Prozesse gegenseitig. So können beispielsweise Lawinen Stämme und Geschiebe in die Wildbachgerinne transportieren, was bei Hochwasser zu Folgeproblemen mit Verklausungen führen kann. Dieselbe Problematik entsteht auch, wenn Rutschungen (aus Grabeneinhängen) in die Wildbäche gelangen.

2.1 Ereignisse

Das wichtigste Gefahrenpotenzial für den Talbereich stellen die Wildbäche dar. Sie haben in der Vergangenheit immer wieder zu Verwüstungen und verheerenden Schäden im Tal geführt und die Bevölkerung in Angst und Schrecken versetzt. Im Jahr 1499 wurde das Dorf Kienholz vernichtet (Lamm- und Schwanderbach). Im Jahr 1797 wurden durch den gleichzeitigen Ausbruch von Lamm-, Schwander- und Glyssibach 37 Häuser zerstört.

Bei der Lammbachkatastrophe von 1896 wurden in Kienholz erneut Häuser zerstört. Die gewaltigen Ablagerungen (an der Front 120 m breit und 2.5–4 m mächtig) verschütteten die Staatsstrasse, die Bahnlinie sowie grosse Flächen des Kulturlandes. Unter dem Eindruck dieser schrecklichen Katastrophe vertraten viele Bürger von Schwanden die Ansicht, die Gemeinde sei aufzulösen und die Leute seien auf andere Gemeinden zu verteilen.

Die folgende Darstellung gibt einen Ueberblick über die bekannten Murgänge der vergangen-
 550 Jahre. Jedes Ereignis wurde aufgrund seines Volumens einer Klasse zugeordnet: 7'000 m³,
 20'000 m³, 70'000 m³, 200'000 m³ und 500'000 m³ (Datengrundlage: Geo 7, Bern 1997,
 weitergeführt durch die Abteilung Naturgefahren):

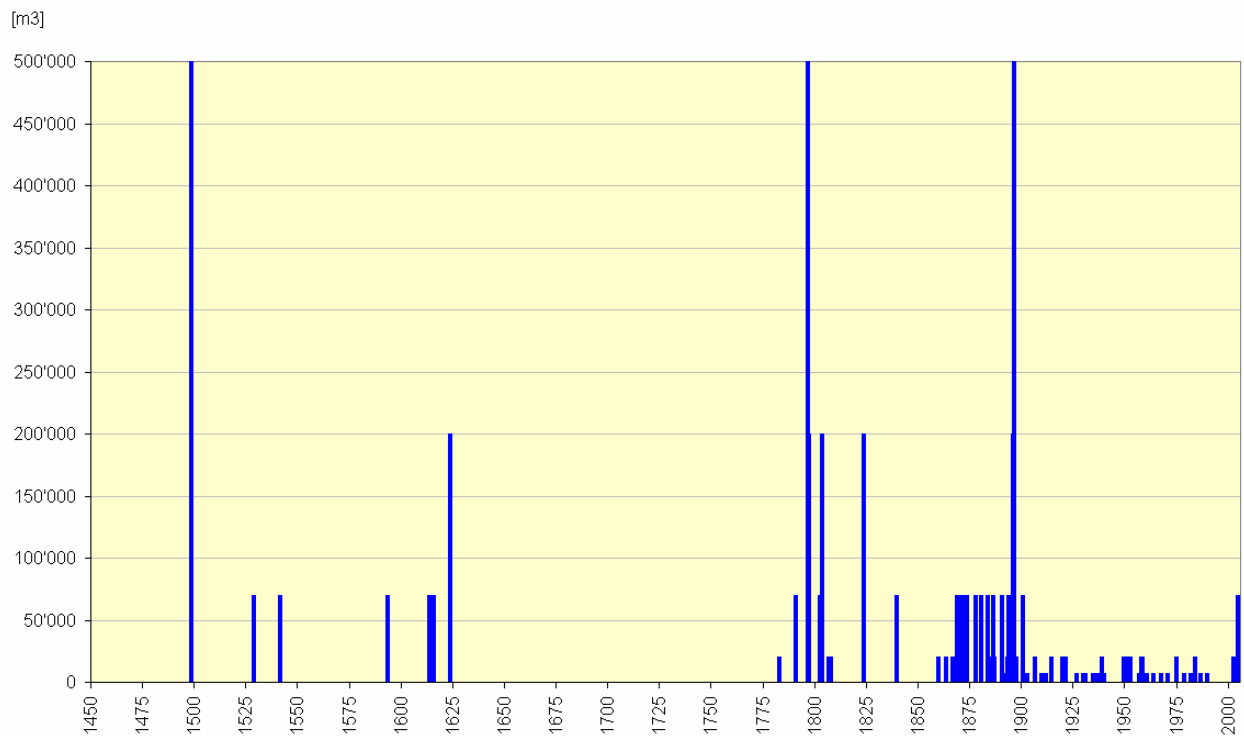


Abb 4 Chronologie und Ausmass der Ereignisse

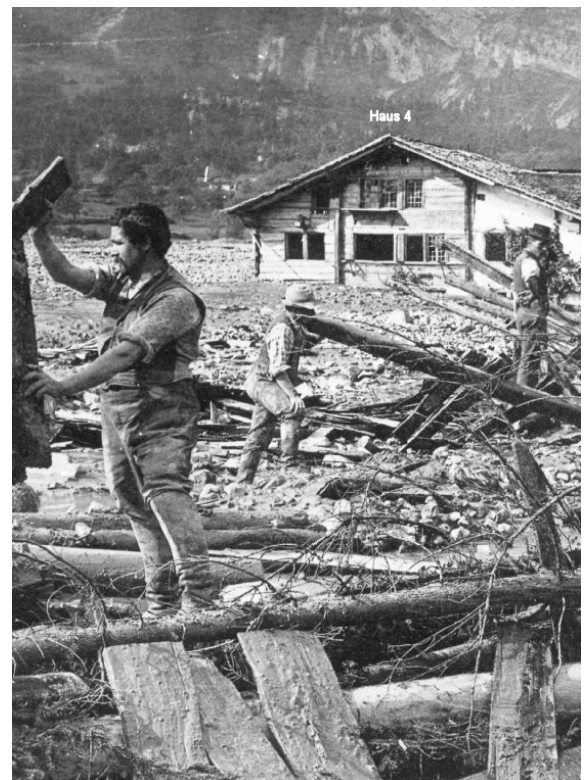
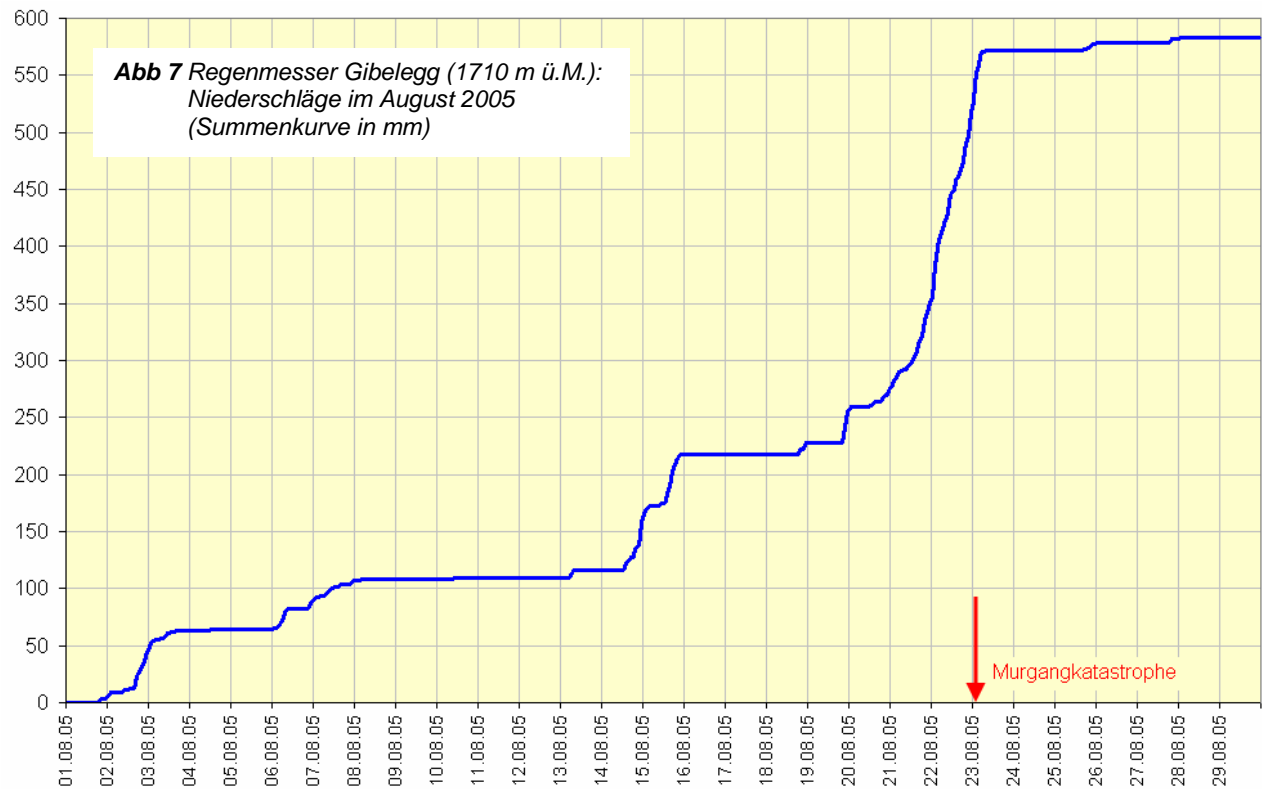


Abb 5,6 Lammbachkatastrophe von 1896

Murgangkatastrophe vom 23. August 2005

In der Nacht vom 22. auf den 23. August 2005 ereignete sich in Brienz eine verheerende Murgangkatastrophe mit zwei Todesopfern und gewaltigen Zerstörungen und Schäden an Gebäuden und Infrastruktur.

Im Einzugsgebiet der Brienzner Wildbäche betragen die im August gemessenen Regenmengen bereits in den ersten zwei Wochen rund 220 mm; unmittelbar vor der Murgangkatastrophe regnete es zusätzlich innert 48 Stunden 280 mm! In Brienz selber betrug das 48-Std-Maximum 181 mm (Station Kienholz), was nach Auskunft von MeteoSchweiz „gemäss den klassischen Analysemethoden einer Wiederkehrdauer von weit über 300 Jahren“ entspricht.



Im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Bern wurden die Murgangereignisse im Glyssibach und Trachtbach in umfangreichen „lokalen lösungsorientierten Ereignisanalysen (LLE)“ durch ein hoch spezialisiertes Team der Büros NDR Consulting Zimmermann (Thun) und Niederer + Pozzi Umwelt AG (Uznach) in Zusammenarbeit mit den Gemeinden Brienz und Schwanden, den kantonalen Fachstellen, dem Bundesamt für Umwelt und diversen externen Fachleuten untersucht. Die folgenden Ausführungen stammen aus den entsprechenden Berichten.

Glyssibach

Das Ereignis ist in mehreren Phasen abgelaufen. Bereits vor Mitternacht wurde in der Schale ein intensiver Geschiebetransport beobachtet; um diese Zeit kam es zu einer Verstopfung bei der Brücke der Kantonsstrasse. Das abfliessende Wasser soll meterhoch („wie eine Fontäne“) hochspritzt haben.

Im Gebiet Baalen (1160 m ü.M.) erfolgte auf einer schräg gestellten Schieferplatte eine Rutschung aus feinkörnigen Verwitterungsprodukten und grossen Blöcken. Die total bewegte Masse betrug 80'000 m³. Mindestens 20'000 m³ sind ins Gerinne gelangt und als zähflüssiger Murgang bis zur Sperre 8 geflossen. Unterhalb dieser Sperre muss für eine gewisse Zeit eine Auflandung stattgefunden haben. Nach Mitternacht hat sich aus der Rutschung Baalen eine weitere Masse von 8'000 m³ als oberflächliche sekundäre Rutschung gelöst und ist ins Gerinne gelangt, wo sie sich direkt zu einem Murgang entwickelt hat. Da der gesamte Schutt im Bachbett

durch den seit Tagen herrschenden erhöhten Abfluss vollständig gesättigt war, hat die Überlast durch den abfliessenden Murgang zu einer Destabilisierung der Bachsohle geführt (Verflüssigung). Der darauf folgende kontinuierliche Murstrom hat das Bachbett vollständig ausgeräumt und die 7 Betonsperren freigelegt. Die Erosionstiefe betrug 2-8 m, der Erosionsquerschnitt 10-60 m²; total wurden aus dem Bachbett 35-40'000 m³ erodiert. Der Murstrom war bei der Glyssenbrücke mit 6-10 m/s ausserordentlich schnell, auf dem Kegel vermutlich etwas langsamer (5-8 m/s). Im Murstrom ist eine Vielzahl von grossen Blöcken transportiert worden. Zwischen 02.15 und 02.30 Uhr flossen innert 15 Minuten 70'000 m³ ab, also 80 m³/s; der Spitzenabfluss wird mit 140-160 m³/s angenommen. Gemäss Ohrenzeugen ist um 02.12 Uhr die Mauer am Schalenkopf mit einem lauten Knall zerborsten; vermutlich hat ein grosser Block, welcher auf dem Murgang geschwommen ist, die Mauer zertrümmert. Dadurch wurde der Weg für den Ausbruch aus der ohnehin zu kleinen Schale freigelegt. Nach Angaben von Zeugen erfolgte die Murgangablagerung auf dem Kegel in drei Schüben innerhalb weniger Minuten; „dann war es still“.

Gemäss groben Abschätzungen wurden auf dem Kegel auf einer Fläche von 65'000 m² 50-80'000 m³ sehr feinstoffreiches Material und darin schwimmende Blöcke mit Durchmessern bis 3 m abgelagert; die Kiesfraktion war deutlich untervertreten. Grosse Blöcke wurden bis zur Bahnlinie transportiert; der grösste Block hatte einen Durchmesser von 4-5 m und wurde am Schalenkopf abgelagert. Der Murgang hat ausgesprochen wenig Schwemmholz transportiert. Die Ablagerungen waren relativ unstrukturiert, d.h. es fehlte das für Murgänge typische unruhige Relief mit Levées und Murzungen. Allerdings war die seitliche Abgrenzung des Murgangs scharf, d.h. es ist praktisch kein fluvialer Transport aufgetreten. Nach dem Durchgang des Murgangs und der Erosion der Bachsohle hat der Murgangabfluss schlagartig aufgehört. Die Schäden im Wirkungsgebiet des Murgangs waren ausserordentlich hoch; sie sind auf die grossen Fliessgeschwindigkeiten und die grossen Blöcke zurückzuführen.



Abb 8 Murgangablagerung im Siedlungsgebiet auf dem Kegel des Glyssibachs



Abb 9 Die gewaltigen Zerstörungen und Schäden an Wohnhäusern



Abb 10 Die vom Murgang mitgeführten grossen Blöcke wirkten verheerend



Abb 11 Das Schadenbild lässt die Dimension des Ereignisses erahnen

Trachtbach

Am Abend des 22. August 2005 sind im Ritzwald 60'000 m³ grobblockiger Gehängeschutt in Bewegung geraten. Etwa die Hälfte dieser Rutschmasse wälzte sich als dickflüssiger Murgang vor 22 Uhr bis in den Rauenhag; am Rutschfuss wurde weiteres Material erodiert. Im Hinter Ritzgraben wurden auf einer kurzen Distanz 5-10'000 m³ abgelagert; die Trachtbachschale wurde auf einer Länge von 300 m mit 10'000 m³ aufgefüllt.

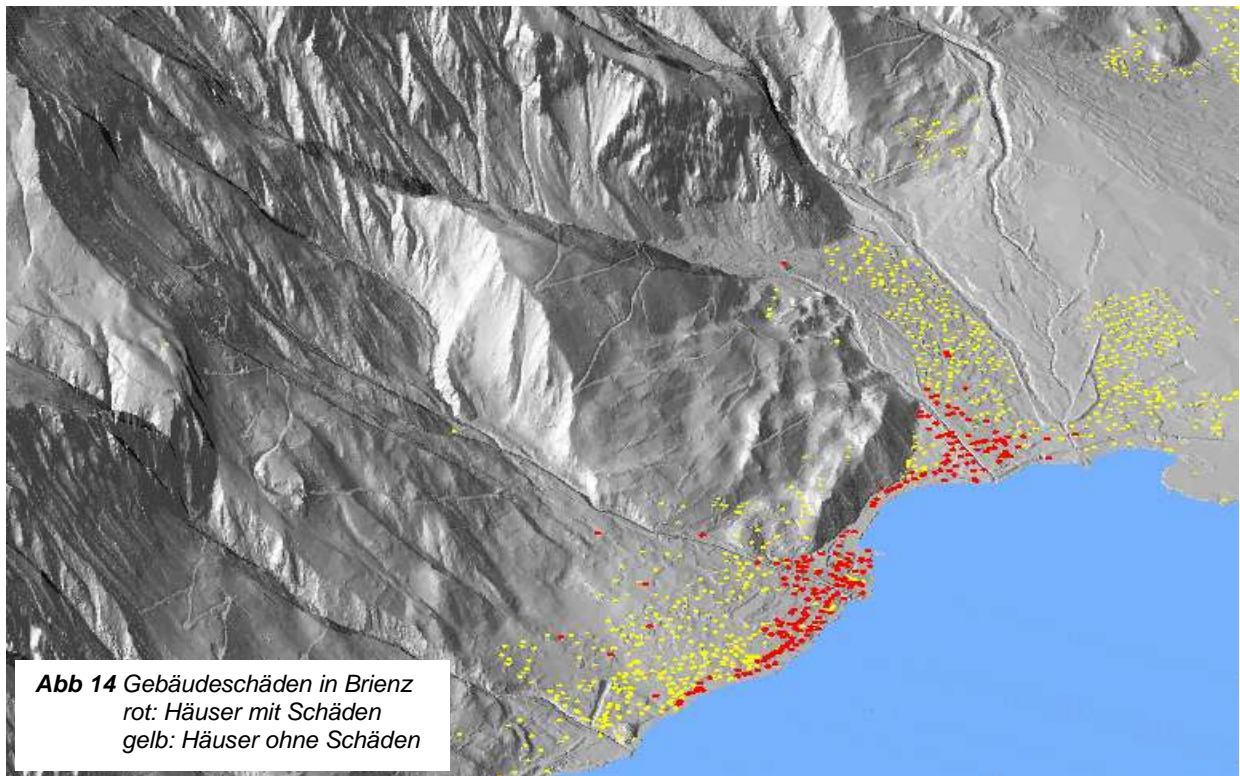
Aus den Ablagerungen entwickelte sich ab 22.15 Uhr ein dünnflüssiger Murgang, der in mehreren Schüben durch die Schale in Richtung See floss. Gemäss Augenzeugen erfolgte der Abfluss sehr schnell, also möglicherweise mit 5-10 m/s. Die Schale wurde vom See her (hoher Seestand) aufgefüllt. Der dritte Schub staute sich an der Brücke der Kantonsstrasse. Mit dem Auffüllen der Schale bis zur Dindlen-Brücke staute sich der Abfluss dann auch dort. Schlamm, Sand und feineres Geschiebe ergossen sich links und rechts von der Schale in den besiedelten Raum. Die beiden Strassen von der Dindlen her dienten als „Verteiler“ für Wasser und Schlamm. Obwohl mit der Rutschung im Ritzwald viele Bäume mitgerissen wurden, kann Holz als primäre Ursache für die Stauungen an den beiden Brücken ausgeschlossen werden. Der mittlere Murgangabfluss wird mit 25 m³/s angegeben, der Spitzenabfluss des Murstroms mit 50-70 m³/s. In der Nacht und bis in den Morgen erfolgten weitere kleinere Schübe. Der Abfluss dürfte dann eher fluvialer Natur gewesen sein mit mehrheitlich feinem Material und Schlamm. Dabei dehnte sich die betroffene Fläche allmählich aus. Total wurden im Dorf 76'000 m² übersart; die abgelagerte Feststoffkubatur betrug 5-7'000 m³.



Abb 12 Ablagerungsbereich am Trachtbach



Abb 13 Aufräumarbeiten an der Dorfstrasse



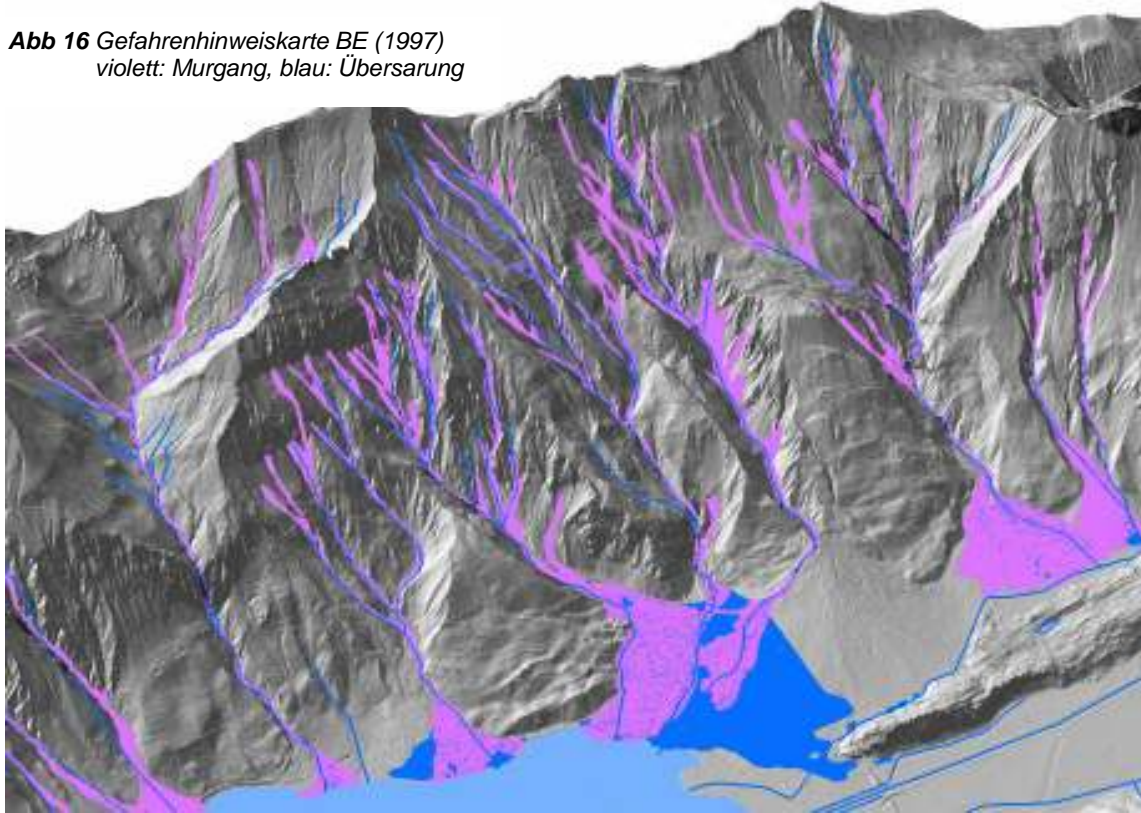
Bei der Katastrophe vom 22./23. August 2005 wurden insgesamt 245 Gebäude beschädigt (Glyssibach: 98, Trachtbach: 147); die Schadenssumme betrug insgesamt 26.5 Millionen Franken (Glyssibach: 16.4 Mio. / Trachtbach: 10.1 Mio.).



2.2 Gefahrenpotenzial

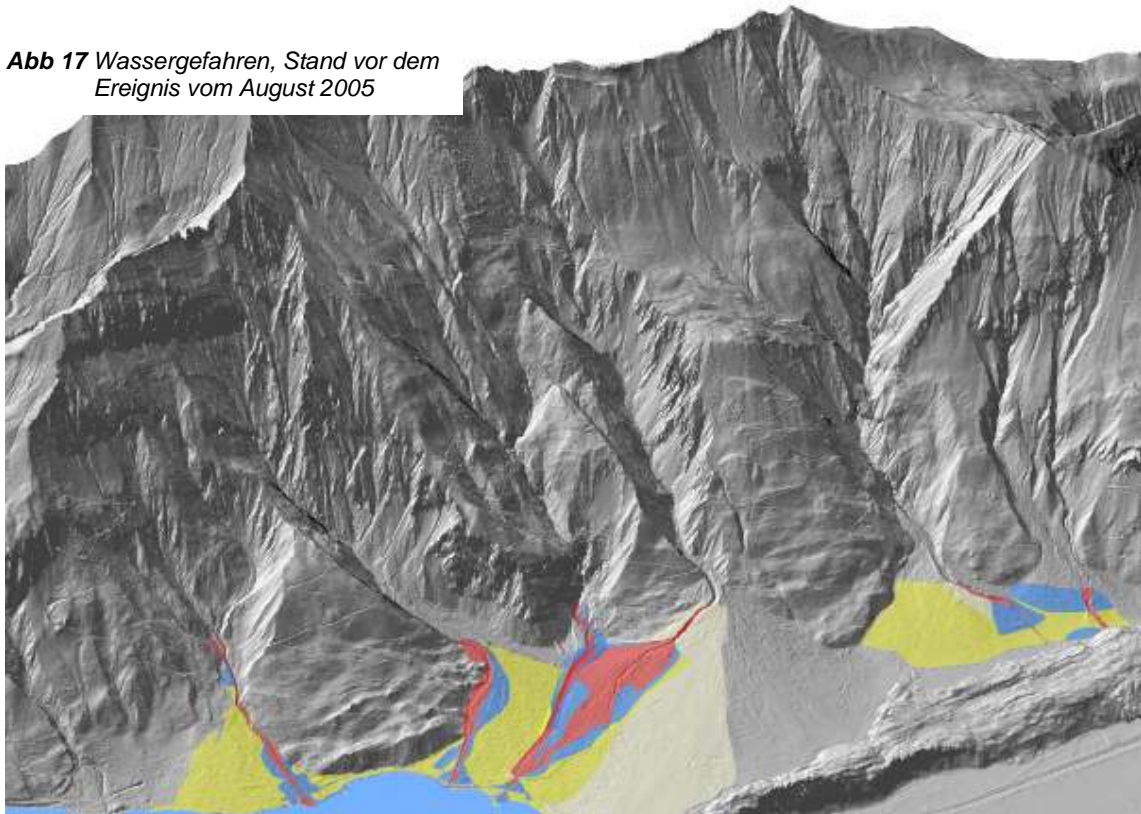
Die Gefahrenhinweiskarte des Kantons Bern (1997) stellt die potenziellen Prozessräume verschiedener Naturgefahren dar. Die folgende Ansicht zeigt die Gefährdung durch Murgänge (violett) und Übersarung (blau). Bei der Computersimulation dieser Prozessräume wurden die Schutzbauten nicht berücksichtigt.

Abb 16 Gefahrenhinweiskarte BE (1997)
violett: Murgang, blau: Übersarung



Die Gemeinde Schwanden verfügt seit Dezember 1998 über eine integrale Gefahrenkarte, in Brienz wurde diese im Juli 2005 fertig gestellt.

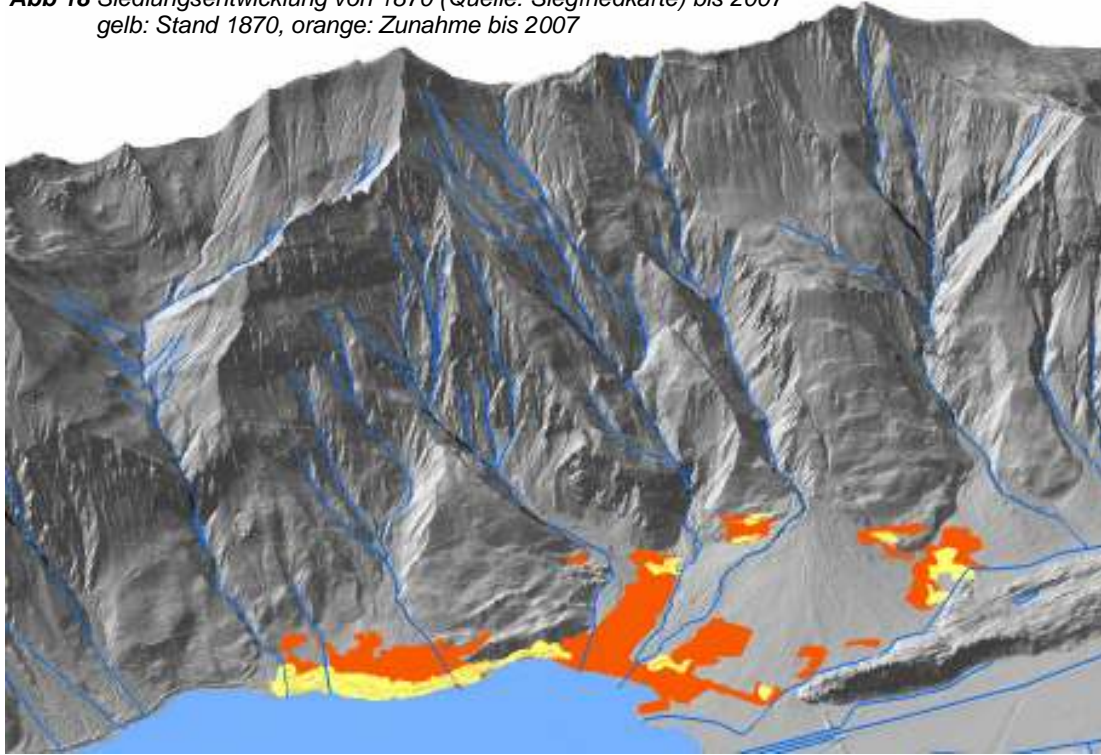
Abb 17 Wassergefahren, Stand vor dem Ereignis vom August 2005



3. Siedlungsentwicklung – gefährdetes Schadenpotenzial

Das Siedlungsgebiet der Gemeinden Brienz, Schwanden und Hofstetten hat sich seit der Lambachkatastrophe von 1896 stark ausbreitet:

Abb 18 Siedlungsentwicklung von 1870 (Quelle: Siegfriedkarte) bis 2007
gelb: Stand 1870, orange: Zunahme bis 2007



Heute leben auf den Kegeln der Brienser Wildbäche rund 3900 Personen. Weitere wichtige Schadenpotenziale sind die Zentralbahn (ca. 60 Züge pro Tag) und die Kantonsstrasse (5'500 Fahrzeuge pro Tag), Schulanlagen, Industrie- und Gewerbebetriebe, touristische Anlagen (z.B. Brienz Rothorn Bahn), landwirtschaftliche Gebäude u.a.m.

Abb 19 Schadenpotenzial auf den Kegeln der Brienser Wildbäche
gelb: Wohnhäuser, schwarz: Bahn, rot: Kantonsstrasse

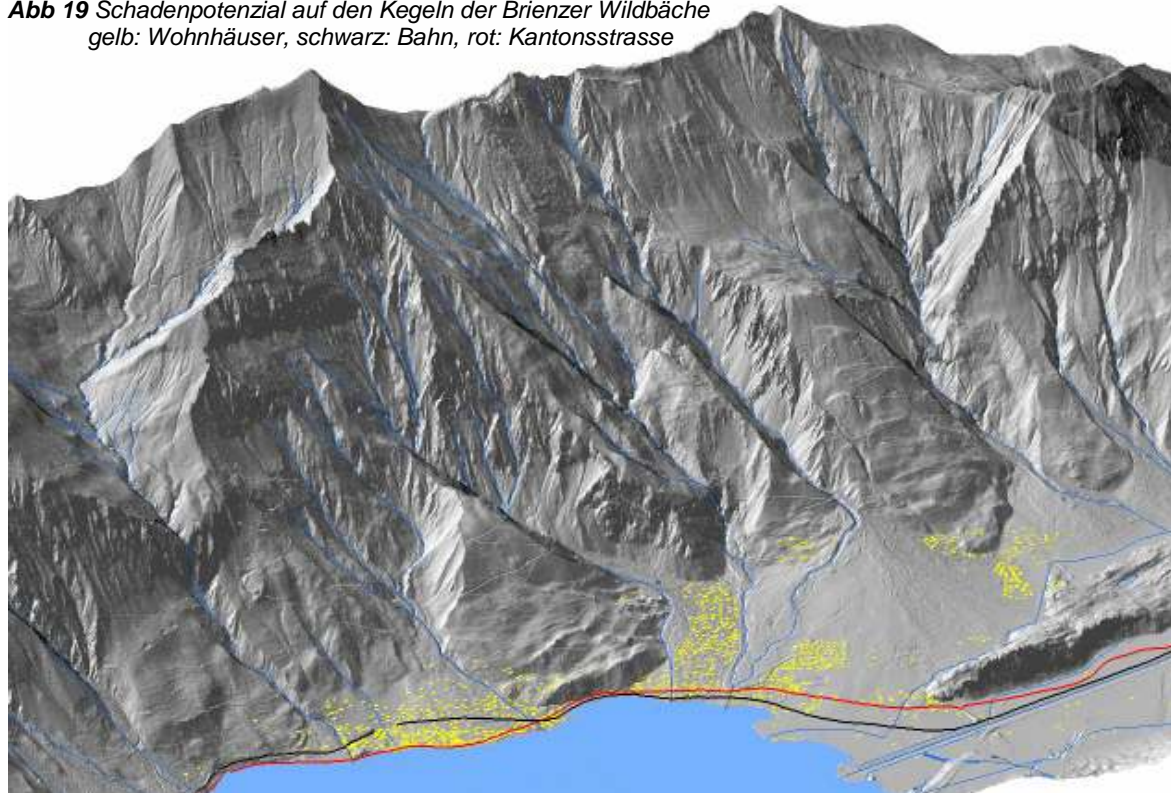
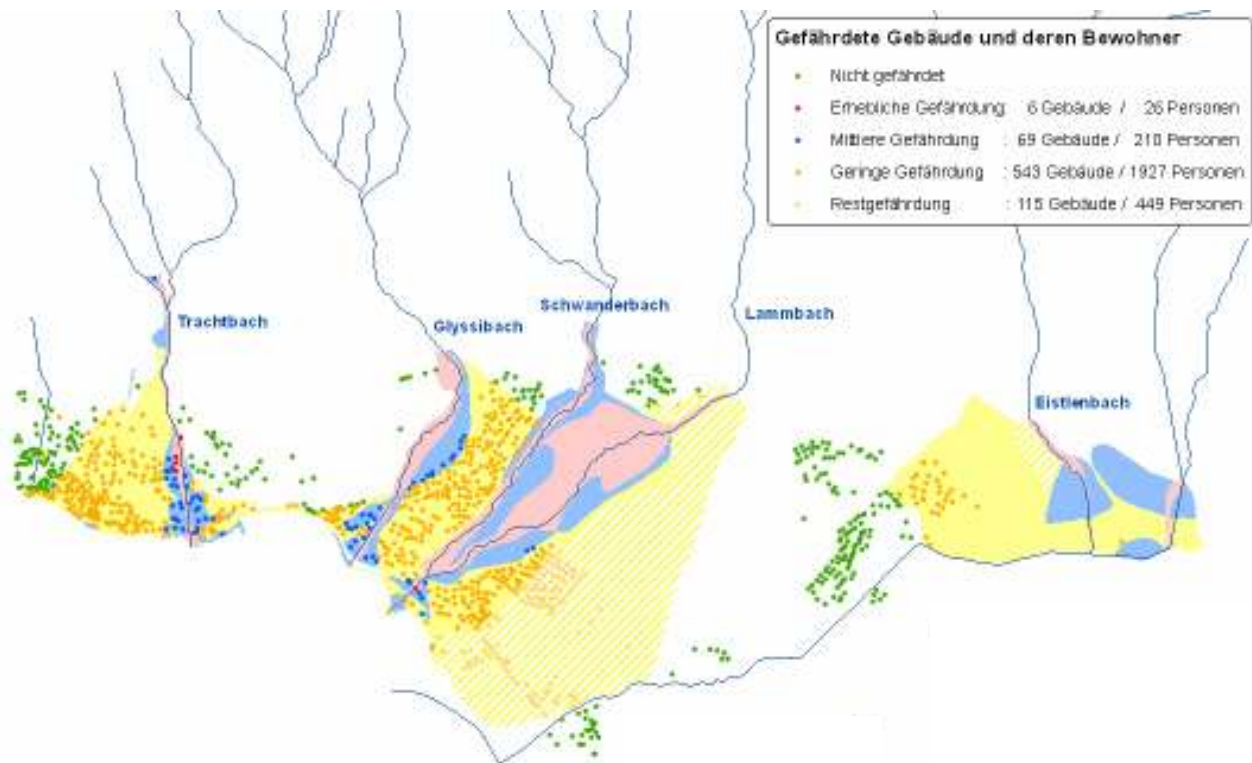


Abb 20 Überlagerung Gefahrenkarte 2005 (Wasser) und Wohnhäuser



4. Waldrodungen im Mittelalter

Während des Mittelalters wurden in den Einzugsgebieten der Brienzer Wildbäche für die Gewinnung von Alpweiden und Wildheufelder grosse Waldflächen gerodet. Betroffen war insbesondere der Nadelholzgürtel (Fichte) in den Höhenlagen zwischen 1500 und 1800 m ü.M. Die Wildheuerie sowie die Schaf- und Ziegenweide waren weit verbreitet. Die Waldgrenze wurde von 1950 auf 1400-1600 m ü.M. hinuntergedrückt.

Das Fehlen des Waldes wirkte sich in der Folge ausgesprochen negativ auf den Wasserabfluss und den Geschiebehalt aus; Verwüstungen im Tal durch die Wildbäche waren die spürbare Folge davon.

Diese Zusammenhänge wurden von weitsichtigen Hofstettern früh erkannt, sie pflanzten bereits 1599 das „Verbot der Holznutzung oben am Berg“. Gegen die Bannlegung bildete sich jedoch ein starker Widerstand, und das Schwenten wurde durch ein „obrigkeitliches Schiedsgericht“ wieder erlaubt.

5. Forstliche Gesetzgebung

Aufgrund verheerender Hochwasserkatastrophen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts ordnete der Bundesrat eine Untersuchung der Wildbäche durch Ing. Culman und der Hochgebirgswaldungen durch Prof. Landolt an; ihre Untersuchungen zeigten kein erfreuliches Bild der damaligen Zustände. Der Bundesrat ermahnte in der Folge die Kantone, dringend die kantonalen Gesetze zu ergänzen, um die Waldverwüstungen zu stoppen.

Da diese Ratschläge nicht genügend befolgt wurden, mussten auf nationaler Ebene gesetzliche Bestimmungen erlassen werden. Art. 24 der Bundesverfassung von 1874 gab dem Bund die Kompetenz der Oberaufsicht über die Wasserbau- und Forstpolizei im Hochgebirge. 1876 trat das Bundesgesetz betreffend die eidgenössische Oberaufsicht über die Forstpolizei im Hochgebirge in Kraft, ein ausgesprochenes Schutzgesetz zugunsten des Gebirgswaldes. Damit war nicht nur der Grundstein für die Oberaufsicht, sondern auch für den Einsatz öffentlicher Gelder gelegt.

6. Öffentliches Interesse an Schutzmassnahmen

Das enorme Gefahrenpotenzial der Brienzer Wildbäche und die Zunahme des Schadenpotenzials weckten immer mehr das Bedürfnis zur Eindämmung der hohen Risiken durch Schutzmassnahmen.

Nach den verheerenden Schäden der Lammbachkatastrophe von 1896 wäre die lokale Bevölkerung absolut nicht in der Lage gewesen, umfassende Schutzmassnahmen wasserbaulicher und forstlicher Art alleine zu realisieren und zu finanzieren. Das Ereignis löste in der ganzen Schweiz Mitleid und Bedauern aus, so dass eine eidgenössische Hilfsaktion in die Wege geleitet wurde, welche die grosse Not linderte.

Bund

Dass die Solidarität nicht nur in der Bevölkerung eine Selbstverständlichkeit war, sondern auch auf Bundesebene, zeigt ein Ausschnitt aus der Botschaft des Bundesrates vom 23. Februar 1897 an die Bundesversammlung betreffend Zusicherung eines Bundesbeitrages an die Verbauungen des Lamm- und Schwanderbaches:

„ Es erscheint beinahe müssig, die Frage zu erörtern, ob diese Verbauung im allgemeinen Interesse sei und daher vom Bund subventioniert werden könne. Ohne Verbauung des Lammbaches und des Schwanderbaches wird Kienholz und zum Teil auch Schwanden dem allmählichen Untergang preisgegeben. Die Brünigbahn und Brünigstrasse bleiben in hohem Masse gefährdet und die Kommunikation nach dem oberen Aaretale, Meiringen mit Grimsel- und Sustenübergang, unsicher. Die Vornahme dieser Verbauung ist daher ein Gebot absoluter Notwendigkeit.“

In der Bundesversammlung fand ein Antrag, den Bewohnern von Schwanden die Auswanderung nahe zu legen und finanziell zu erleichtern, keinen Anklang. Der klare Wille, den Einwohnern von Schwanden ein weiteres Dasein auf ihrer Scholle zu ermöglichen, setzte sich durch, und die Bundesversammlung sicherte an die Verbauung beider Bäche Höchstbeiträge zu.

Kanton

Trotz dieser hohen Bundesbeiträge waren die Gemeinden finanziell zu schwach, um die beabsichtigten grossen Arbeiten durchzuführen. Da trat der Kanton Bern (Staatsforstbehörde) in die Lücke, getreu der hohen forstpolitischen Auffassung, dass der Staat vorab berufen sei, solche grosse Aufforstungs- und Verbauungsarbeiten zu einem guten Ende zu führen. Die erste Aufgabe bestand darin, die zur Aufforstung vorgesehenen Gebiete zu erwerben. Der enorme Wille, diese Aufgabe wahrzunehmen wird dadurch verdeutlicht, dass der Grosse Rat der Regierung das Expropriationsrecht erteilte, um bei den Verhandlungen mit den Grundeigentümern leichteres Spiel zu haben. In der Folge hat der Kanton grosse Teile (690 ha) der oberen Einzugsgebiete der Brienzer Wildbäche aufgekauft und die Bauherrschaft über die forstlichen Projekte übernommen.

Ein weiterer Grund für die Motivation des Kantons, sich für die Schutzmassnahmen zu engagieren sei hier auch noch erwähnt: „Der Staat bzw. die obrigkeitlichen Beamten und Räte zeigten jeweils erst reges Interesse, wenn die Landsleute der Katastrophe wegen um Steuerherabsetzung baten“ (gem. Dasen, 1951).

Die übergeordneten öffentlichen Interessen von Bund und Kanton können stichwortartig wie folgt gruppiert werden: Schutz von Siedlungsgebieten (Siedlungspolitik), Verkehrswegen (Verbindungswege Bern - Innerschweiz, und Wallis) , Infrastruktur (Kommunikation).

Die forstlichen Projekte (vgl. folgendes Kapitel) wurden seit 1896 vom Bund zu 2/3 und vom Kanton zu 1/3 finanziert. Die Gemeinden Brienz, Schwanden und Hofstetten werden erst seit 1998 mit insgesamt 5% an den Kosten beteiligt.

7. Projekte

Seit mehr als hundert Jahren werden in den Briener Wildbächen umfangreiche Verbauungs- und Aufforstungsarbeiten durchgeführt. Von allem Anfang an wurde erkannt, dass eine umfassende Reduktion des Risikos im Tal nur aus einer Kombination von wasserbaulichen und forstlichen Projekten hervorgehen konnte.

Bereits vor der Lammbachkatastrophe von 1896 haben „verschiedene einsichtige Männer von Brienz“ festgestellt, dass es mit dem Bau der 1871 erstellten Schale im Trachtbach nicht getan war, sondern Anpflanzungen von Wald nötig erschienen.

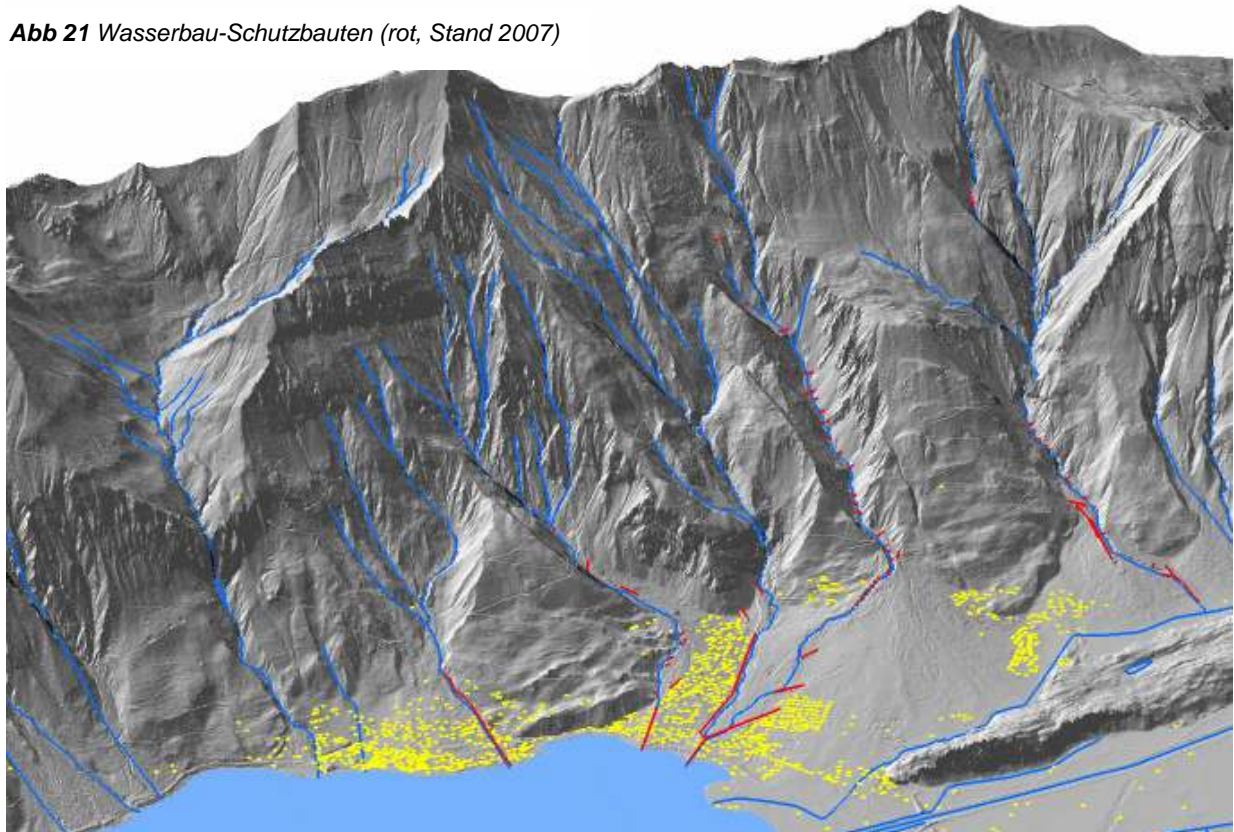
Die Zusicherung der Bundesbeiträge von 1897 an die Verbauungen enthielt die Bedingung, dass auch Aufforstungen ausgeführt wurden. „Der Grundsatz, dass ein Wildbach nur richtig und dauernd gezähmt werden kann, wenn neben den eigentlichen Verbauungen im Unterlauf auch forstliche Arbeiten im Einzugsgebiet ausgeführt werden, nahm hier grosse Gestalt an“ (Dasen, 1951).

Dieses „Miteinander“ hat sich sehr gut bewährt und wird bis heute konsequent verfolgt.

7.1 Wasserbauprojekte

Im Kanton Bern liegt die Zuständigkeit für die Wasserbauprojekte beim Tiefbauamt. Die untenstehende Darstellung zeigt die vorhandenen Bauwerke wie Schalen, Dämme, Sperrn und Geschiebesammler (rot). Die ständig bewohnten Häuser sind als gelbe Punkte dargestellt.

Abb 21 Wasserbau-Schutzbauten (rot, Stand 2007)

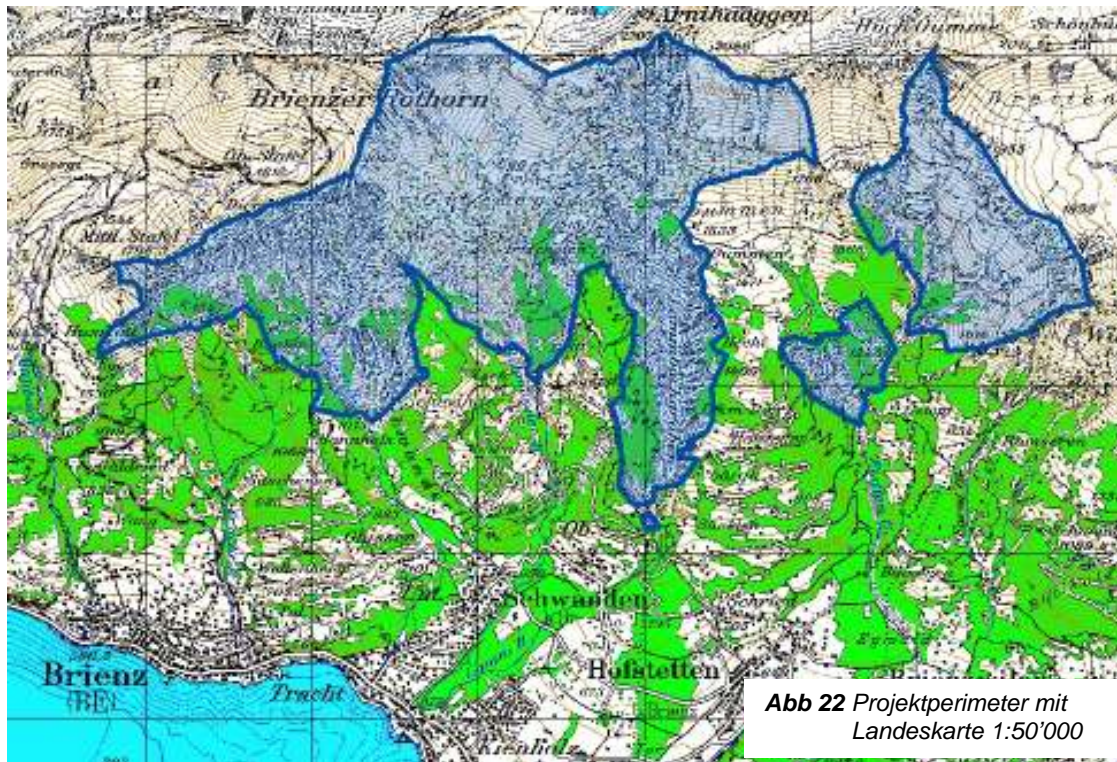


7.2 Forstliche Projekte

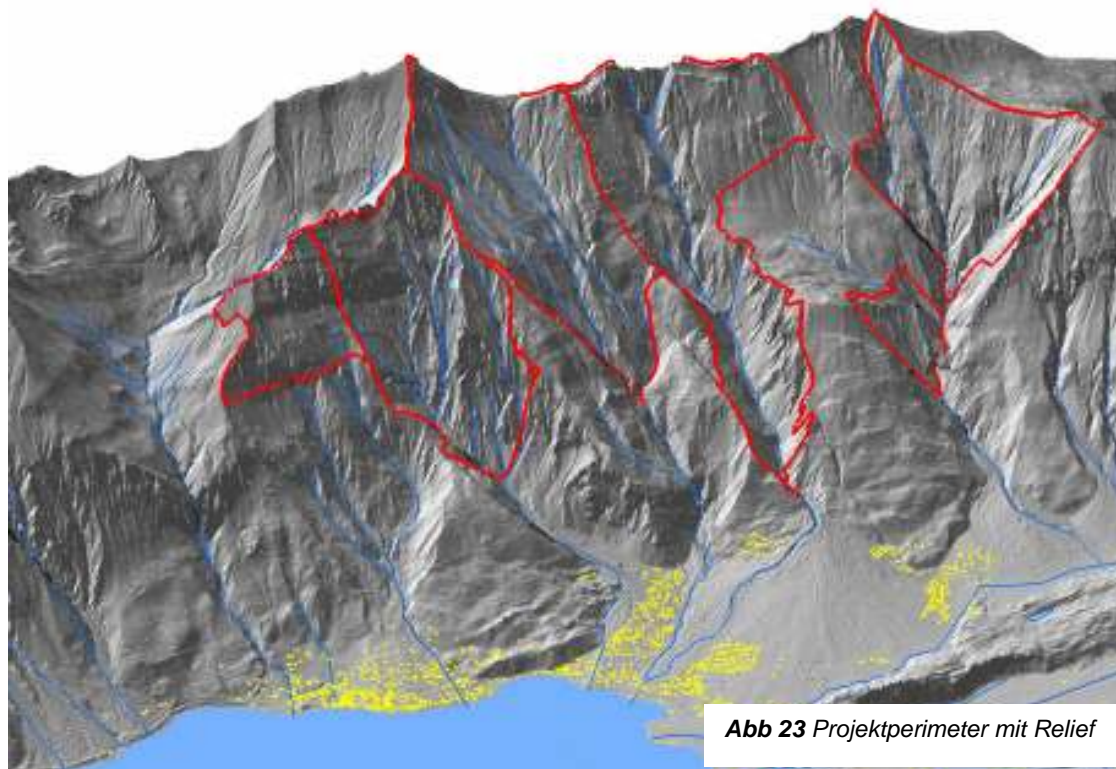
„Wohl in wenigen Fällen ist eine möglichst vollständige Aufforstung des Einzugsgebietes eines Baches und die Bepflanzung der Einzugsabhänges desselben so wichtig wie im Lammbach“.

Dieses Zitat stammt aus der Botschaft des Bundesrates (1897) an die Bundesversammlung und unterstreicht die Bedeutung, die den forstlichen Massnahmen in den Einzugsgebieten der Wildbäche schon damals beigemessen wurde.

Seit mehr als 100 Jahren werden die forstlichen Verbauungs- und Aufforstungsarbeiten im folgenden Projektperimeter systematisch vorangetrieben:



Die dreidimensionale Ansicht veranschaulicht die topographischen Verhältnisse in den Einzugsgebieten der fünf Wildbäche:



Das Hauptziel der forstlichen Arbeiten besteht darin, durch Verbauungen, Aufforstungen und Begrünungen einerseits den Wasserabfluss zu regulieren (Brechen der Abflussspitzen) und andererseits die Geschiebelieferung in die Gerinne zu vermindern (Reduktion des Geschiebe-

potenzials). Dadurch wird erreicht, dass die Murgangereignisse in ihrer Grösse und Häufigkeit abnehmen; zudem werden die Schutzwerke des Wasserbaus weniger stark belastet. Das Prinzip des Vorgehens hat sich in den vergangenen 100 Jahren nicht geändert, wohl aber die technischen Hilfsmittel und die Arbeitsverfahren. Das Ablaufschema kann wie folgt charakterisiert werden:

Vorbereitung der Aufforstungsflächen

Das oberflächliche, lose Gesteinsmaterial wird in Säcken/Körben eingebaut, die im Verbund miteinander zu gut fundierten Mauern zusammengeführt werden. Dadurch wird verhindert, dass die losen Steine talwärts transportiert werden (durch Schnee oder Wasser). Die „Terrassierung“ reduziert das Schneegleiten und bildet Auffangräume für weiter oben abrollendes Material. Je nach Oberflächenbeschaffenheit müssen zusätzlich Erosionsschutznetze eingebaut werden.

Gleitschneeschutz

An den meist südexponierten über 28° geneigten Hängen tritt im Winter regelmässig starkes Schneegleiten auf. Dadurch werden junge Pflanzen ausgerissen, die Stämmchen aufgespalten oder gebrochen. Eine unerlässliche Voraussetzung für das erfolgreiche Aufwachsen von Aufforstungen auf solchen Flächen ist der technische Schutz gegen das Schneegleiten. Dieser wird durch den Einbau von Dreibeinböcken aus Edelkastanienholz sichergestellt.

Aufforstung

Bezüglich Schutzwirkung steht bei den Aufforstungen in den allermeisten Fällen die Befestigung der Bodenoberfläche im Vordergrund (Erosionsschutz, Geschieberückhalt, Wasserregulierung). Die Baumartenwahl ist stark abhängig vom Standort (Höhenlage, Boden). Viele Gebiete liegen im Wirkungsbereich von Staub- und Fließlawinen, die ihre Einzugsgebiete oberhalb der natürlichen Waldgrenze haben. Auf solchen Flächen dürfen nicht hochstämmige Nadelhölzer wie Fichte gepflanzt werden, da diese durch Lawinen gebrochen oder gar geworfen werden. Tolerant gegenüber Lawinen sind insbesondere Alpeinerlen und Legföhren.

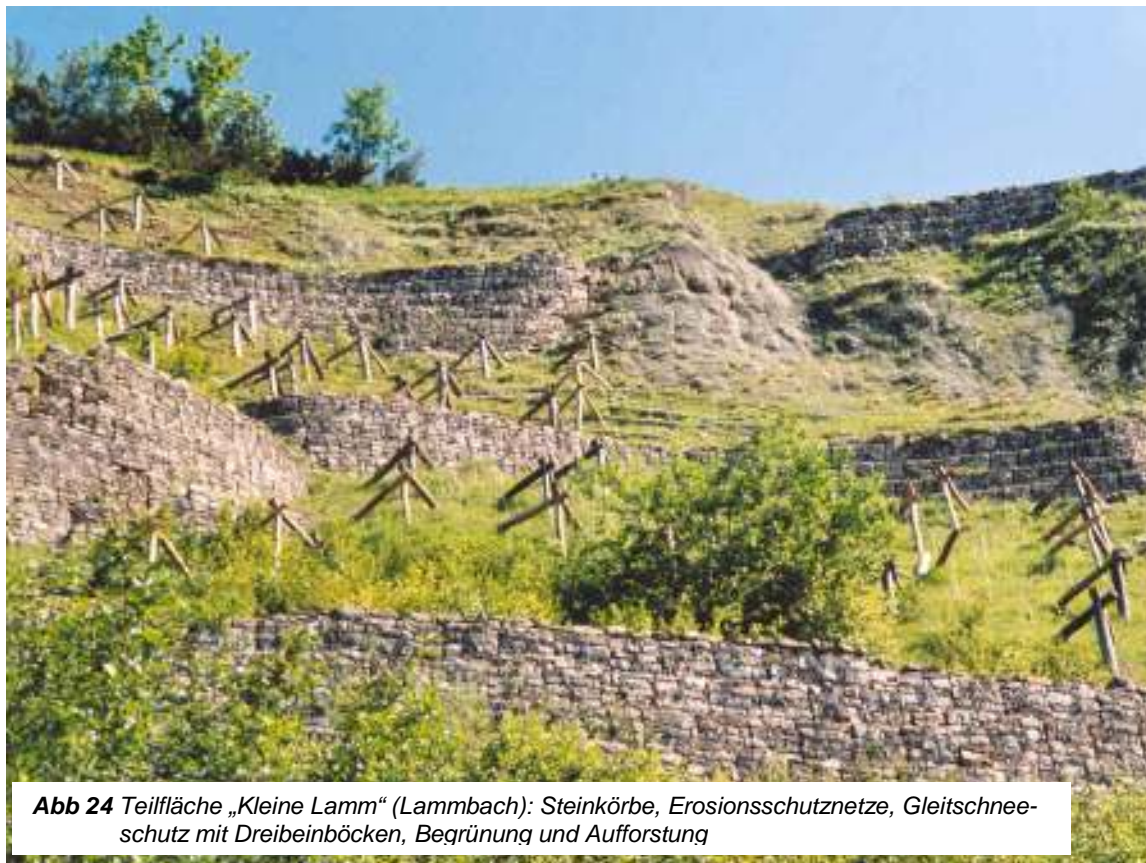
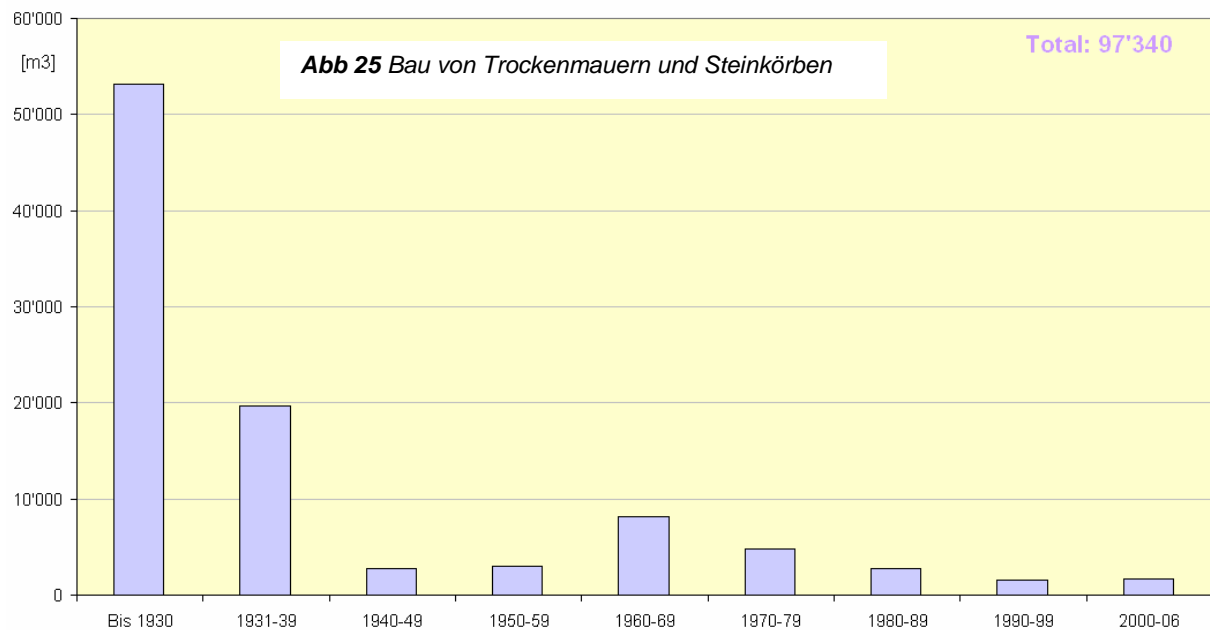


Abb 24 Teilfläche „Kleine Lamm“ (Lambbach): Steinkörbe, Erosionsschutznetze, Gleitschneeschutz mit Dreibeinböcken, Begrünung und Aufforstung

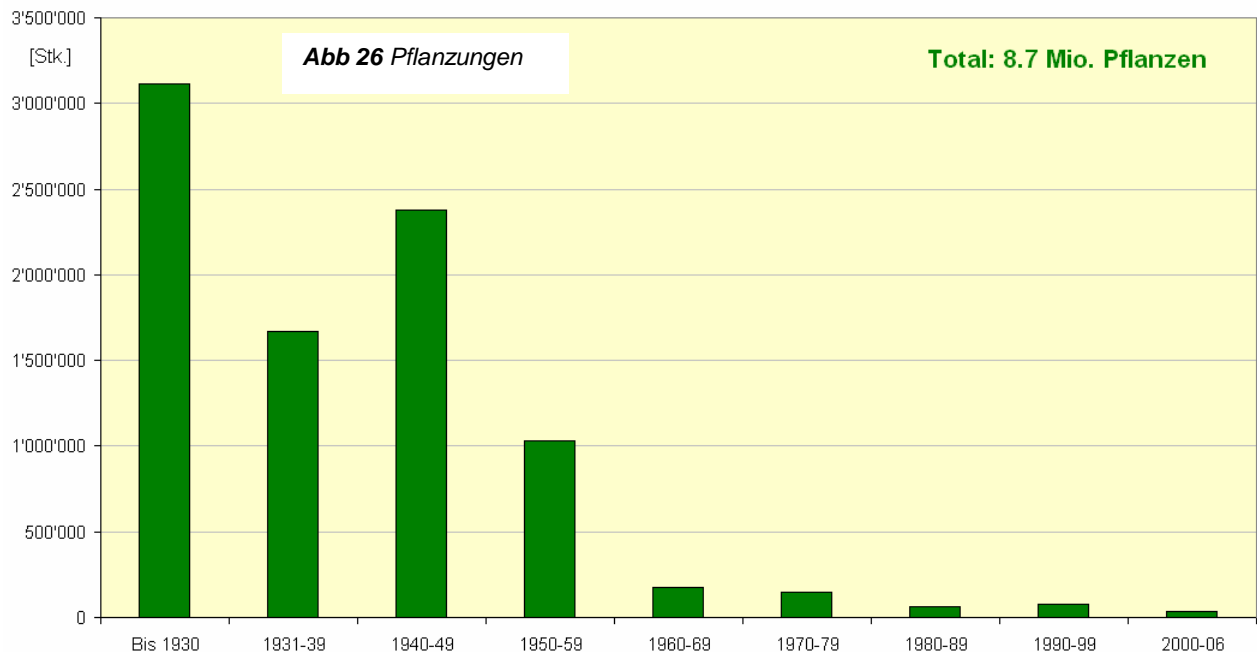
In den durch Bund und Kanton subventionierten forstlichen Projekten der Briener Wildbäche wurden bis heute folgende Massnahmen ausgeführt:

Fusswege	64.2 km
Trockenmauern	78'220 m ³
Mauern in Steinsäcken	19'120 m ³
Lawinenverbau (Stahl)	800 m
Lawinenverbau (Holz)	5'790 m
Entwässerungen	4'670 m
Begrünungen	660 Aren
Bermen	8'600 m
Aufforstungen	8.7 Mio. Pflanzen
Dreibeinböcke	4'330 Stk.
Gleitschneebrücken	150 m
Pfählungen	56'770 Stk.

Am Beispiel des Baus von Mauern zeigt sich deutlich, dass insbesondere in den ersten Jahrzehnten unglaubliche Anstrengungen unternommen wurden:



Ein ähnliches Bild ergibt die Auswertung der Pflanzungen:



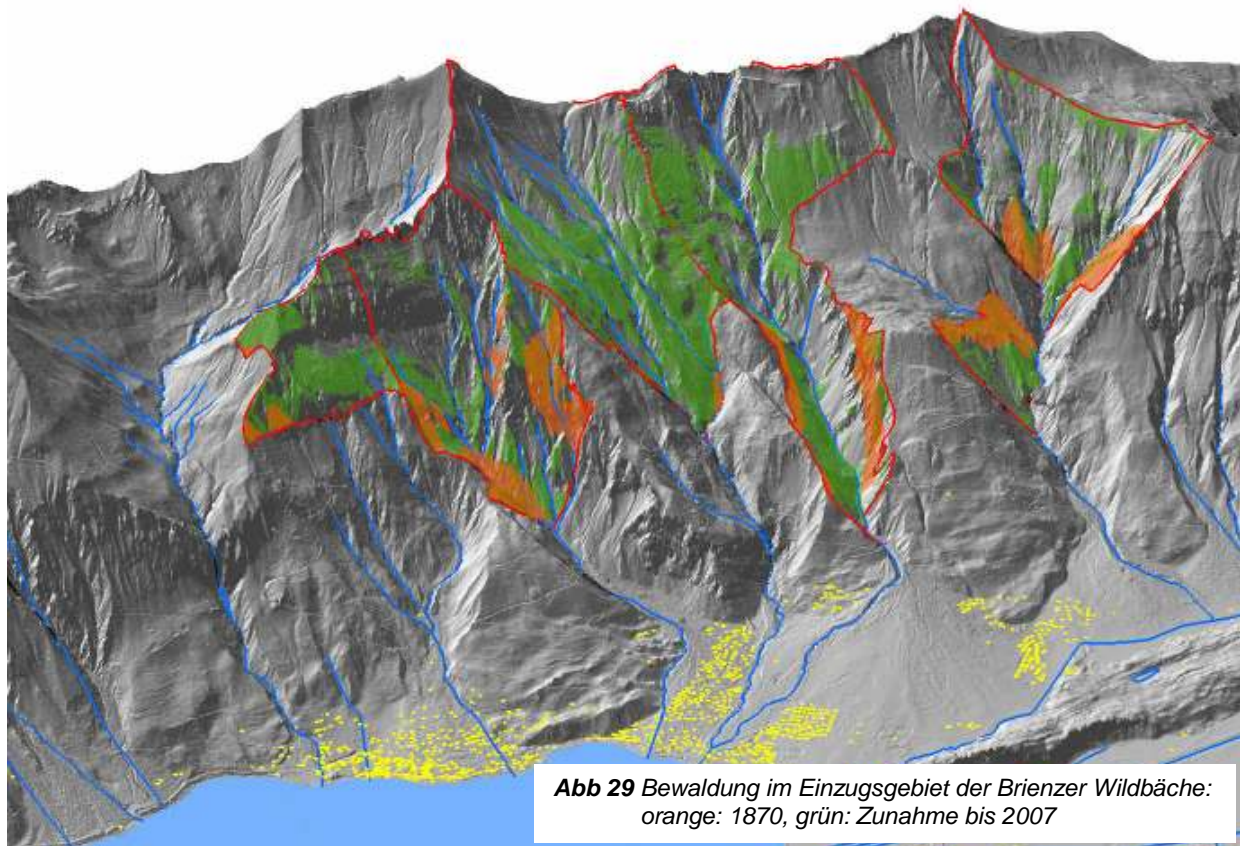
Die in den Abrechnungen ausgewiesenen Kosten belaufen sich auf insgesamt Fr. 20.4 Mio. (nominell); zu heutigen Preisen (indexiert) dürfte die investierte Bausumme gut Fr. 60 Mio. betragen. Die Kosten wurden zu rund 2/3 vom Bund und zu 1/3 vom Kanton getragen, seit 1998 werden die Gemeinden Brienz, Schwanden und Hofstetten mit insgesamt 5% beteiligt (ca. Fr. 25'000.- pro Jahr).

8. Wiederbewaldung

Obwohl der Pflanzenausfall auf gewissen Teilflächen sehr gross oder sogar total war, ist die Zunahme der Bewaldung in den Einzugsgebieten insgesamt äusserst erfreulich.



Vor 100 Jahren waren knapp 10% der heutigen Projektfläche bewaldet (orange); heute beträgt der Waldanteil rund 40% (grün):



9. Erkenntnisse

Im Bericht „Brienzer Wildbäche: Evaluation forstlicher und wasserbaulicher Massnahmen der letzten 100 Jahre“ kam das Büro Geo 7 (1997, M. Zimmermann, P. Mani, G. Hunziker, W. Balmer, M. Concetti) zu folgenden Schlussfolgerungen:

„Gut 100 Jahre später präsentiert sich die Lage in den 5 Bächen deutlich anders: Seit 1896 ist keine Katastrophe und auch kein grosses Ereignis mehr aufgetreten. Mit dem Bau der Sperren und den grossflächigen Aufforstungen ist eine Stabilität in die Gerinne und die Flächen zurückgekehrt, die möglicherweise bereits einmal im Mittelalter vorhanden war. Die nach wie vor auftretenden kleineren und mittleren Ereignisse konnten dank technischen Massnahmen im Unterlauf einigermassen gut kontrolliert werden. Heute geht man davon aus, dass Katastrophen wie 1797 und 1896 nicht mehr auftreten können. Die Erhaltung und allenfalls sogar Verbesserung des aktuellen Zustandes bedingt jedoch von allen Beteiligten (Forst und Wasserbau) einen konstanten und hohen Grad an Pflege, Unterhalt und Erneuerung.“

Trotzdem ereignete sich in Brienz in der Nacht vom 22. auf den 23. August 2005 die verheerende Murgangkatastrophe (vgl. Kap. 2.1). Die Ursachen lagen in den lang anhaltenden Rekordniederschlägen, der damit verbundenen vollständigen Wassersättigung des Schutts in den Bachbetten und den zwei grossen Rutschungen, die direkt in die Gerinne des Glyssibach resp. Trachtbachs gelangten. Die unglückliche Kombination dieser Voraussetzungen wurde bei der Ausarbeitung der Wassergefahrenkarten von Schwanden und Brienz als Szenario „jenseits von 300 Jahren“ beurteilt.

Das Büro IMPULS (2007, K. Zürcher) erarbeitete im Auftrag der Abteilung Naturgefahren eine „Unwetteranalyse vom August 2005 im Perimeter des forstlichen Verbauungs- und Aufforstungsprojektes Brienzer Wildbäche“. Das Projekt wurde von der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL (A. Böll) konzeptionell und wissenschaftlich begleitet. In der Studie wurden folgende Schlüsse gezogen:

- Die lang anhaltenden Niederschläge und die damit verbundene über Tage andauernde vollständige Wassersättigung im Boden stellten für die vorhandenen Schutzbauten einen erheblichen Belastungsfall dar (Erddruck, hydrostatischer Druck und Sickerströmungsdruck).
- Im forstlichen Projektgebiet sind nur geringe Schäden aufgetreten, nämlich einige kleinflächige, flachgründige Rutschungen im Einzugsgebiet des Schwanderbachs sowie Schäden an einigen Mauern im Gebiet „Bälmelti“ durch massive Erosion im Bereich der Einbindung der Mauern ins gewachsene Terrain (Freilegung) und durch Unterspülung der Fundamente.
- An den Aufforstungen wurden keine Schäden festgestellt.
- Betreffend Erosion, bzw. Bodenstabilisierung und Geschiebeverlagerung in der Fläche haben die Mauern und der Vegetationsbewuchs eine grosse Wirkung. Sie leisten über die Jahre hinweg einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung des Geschiebeeintrags in die Gerinne. Mit grosser Wahrscheinlichkeit hätte im August 2005 ebenfalls mehr Geschiebe in den Gerinneoberläufen bereitgelegen, wodurch die Geschiebefracht im Bereich des Schadenpotenzials erhöht worden wäre. Und schliesslich wäre das Potenzial für Folgeereignisse entsprechend erhöht worden.
- Die Wirkung der Vegetation auf den Wasserhaushalt ist über das ganze Jahr betrachtet meist beträchtlich. Im Falle eines einzelnen Ereignisses ist sie dagegen stark von der Niederschlagsdauer und -intensität, der Gründigkeit des Bodens und der Intensität der Durchwurzelung abhängig. Aufgrund der Höhenlage und Flachgründigkeit vieler Böden ist nur ein geringer waldbaulicher Einfluss auf den Wasserrückhalt im Hochwasserfall zu erwarten.
- Die einzelnen Werke und die Anordnung der Verbauungen als Ganzes haben sich grundsätzlich bewährt. Das Ereignis hat deutlich gemacht, dass die Verbauungen und Aufforstungen offenbar praktisch durchwegs fachgerecht gebaut und dank des kontinuierlichen Unterhalts in einem funktionstüchtigen Zustand erhalten worden sind. Dem Unterhalt und der Instandstellung der bestehenden Werke kommt eine zentrale Bedeutung zu, welche mit zunehmendem Alter der Verbauungen noch gesteigert wird.
- Die Verbauungen und Aufforstungen im Projektgebiet der Brienzer Wildbäche sind ein wesentlicher Teil des Gesamtsystems der Massnahmen, welche zur Reduktion der Schäden durch die Wildbachaktivität beitragen. Dies hat sich auch beim Ereignis im August 2005 gezeigt.

10. Ausblick

Die Murgangkatastrophe vom 23. August 2005 hat nach mehr als hundert Jahren „relativer Ruhe“ brutal aufgezeigt, dass in den Brienzer Wildbächen auch weiterhin Grossereignisse auftreten können. Die Auswirkungen der Klimaerwärmung lassen befürchten, dass mittlere und grosse Ereignisse in Zukunft häufiger auftreten werden. Das gesamte Wildbachsystem wird dadurch stärker belastet, also auch die Verbauungswerke und Aufforstungen.

Die Aufrechterhaltung der Funktionstüchtigkeit der bestehenden Verbauungen und die Pflege der Aufforstungen stellen grosse Herausforderungen dar; in verschiedenen Teilgebieten sind gezielte Erweiterungen notwendig.

Diese enorm wichtigen Aufgaben können auch in Zukunft nur sichergestellt werden, wenn Bund und Kanton umfangreiche finanzielle Beiträge leisten, damit die Restkosten für die Gemeinden Brienz, Schwanden und Hofstetten tragbar bleiben.

Quellenangaben

- E. Dasen (1951): Verbauungen und Aufforstungen der Brienzer Wildbäche. Veröffentlichungen über Verbauungen (Nr. 5) des Eidg. Departementes des Innern.
- H. Langenegger, H. Kienholz, W. Gerber (1992): Brienzer Wildbäche. Exkursionsführer zur Interpraevent-Tagung.
- M. Zimmermann, P. Mani, G. Hunziker, W. Balmer, M. Concetti (Büro Geo 7, 1997): Evaluation forstlicher und wasserbaulicher Massnahmen der letzten 100 Jahre in den Brienzer Wildbächen (Bericht).
- NDR Consulting Zimmermann, Niederer + Pozzi Umwelt AG (2006): Lokale lösungsorientierte Ereignisanalysen (LLE) der Murgangkatastrophe vom 23. August 2005 durch den Glyssibach und Trachtbach.
- K. Zürcher, IMPULS, A. Böll, WSL (2007): Unwetteranalyse vom August 2005 im Perimeter des forstlichen Verbauungs- und Aufforstungsprojektes Brienzer Wildbäche (Bericht).
- Abteilung Naturgefahren: Diverse eigene (Projekt-)Unterlagen und Auswertungen.