

Amt für Wald und Naturgefahren

Schutzbauten in Graubünden – für mehr Sicherheit vor Naturgefahren



www.wald-naturgefahren.gr.ch



Amt für Wald und Naturgefahren
Uffizi da guaud e privels da la natira
Ufficio foreste e pericoli naturali

Faktenblatt 16

Erste Ausgabe

September 2011

Weshalb braucht es in Graubünden Verbauungen?

Graubünden ist ein **Gebirgskanton**. Ein Grossteil der Siedlungen und Hauptverkehrswege liegen im Einflussbereich von Naturgefahren wie Lawinen, Steinschlag, Rutschungen und Murgängen. Die laufende Ausdehnung des Siedlungsgebietes aber auch die erhöhte Verletzlichkeit von Strassen und Bahnlinien infolge gestiegenem Verkehrsaufkommen erhöhen das Risiko. Vielerorts schützt der Wald Siedlungen und Verkehrswege, indem er ganze Einzugsgebiete stabilisiert oder Ereignisse abbremsst. **Wo der Wald fehlt**, muss deshalb der Schutz vor Naturgefahren durch **Bauwerke** ergänzt werden. Auch die zunehmend extremen Witterungsverhältnisse führen verschiedentlich dazu, dass Verbauungen neu erstellt oder erweitert werden müssen.

In früheren Jahrhunderten galten Naturereignisse mit ihren teils verheerenden Wirkungen oft als Gott gewollte Bestrafung. Gefährliche Gebiete wurden daher gemieden und drohende Ereignisse mit Bittrufen und Segnungen wegbeschworen. Dank systematischer Beobachtungen sowie vertiefter Grundlagenforschung von Naturereignissen hat der

Mensch seither wirksame Schutzkonzepte für Siedlungsgebiete und Verkehrsverbindungen entwickelt. Diese Tätigkeit bleibt eine Daueraufgabe, denn die heutige Gesellschaft mit ihrem hohen und permanenten Sicherheitsanspruch toleriert Sperrungen oder Evakuationen immer weniger.



Grafik von J. L. Bleuler aus «Lawinen» von Ammann et. al, 1997

L'Ondadusa, Tujetsch; Der Wald schützt die Bahnlinie vor Lawinen. Wo kein Wald vorhanden ist, verhindern Stahlschneebrücken das Losbrechen von Lawinen.

Wussten Sie, dass...

- der gepflegte und stabile Schutzwald die beste und günstigste Verbauung zum Schutz vor Naturgefahren ist?



Im Jahre 2008 zerstörte ein verheerendes Felssturzereignis das Bahngleise der Rhätischen Bahn unmittelbar bei der Einfahrt zum Kreisviadukt von Brusio.

Wussten Sie, dass...

- in Graubünden von Bund, Kanton und Bauherrschaften für Schutzbauten jährlich gesamthaft 18 Mio. Fr. und für die Pflege des Schutzwaldes 16 Mio. Fr. aufgewendet werden?



Um wieder einen sicheren Bahnbetrieb zu ermöglichen, wurden die Gleise auf einen Steinschlagschutzdamm verlegt.

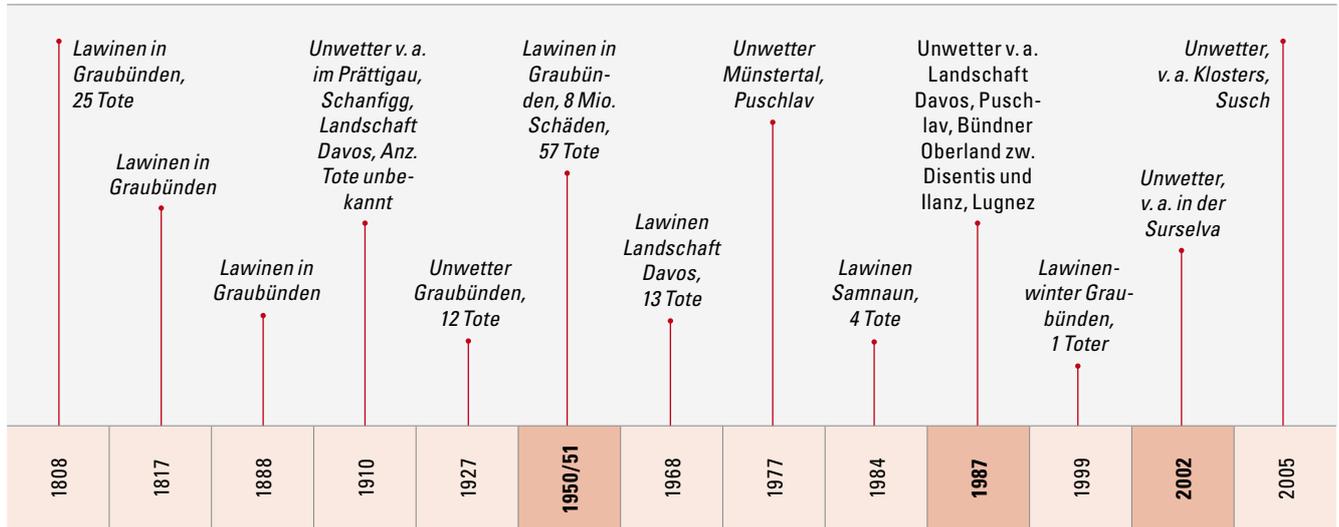


Welchen Einfluss hatten Grossereignisse auf die Verbautätigkeit?

Der Bau von Schutzbauten ist eng verknüpft mit dem ständig wachsenden Bedarf an Lebensraum für Siedlungen und Verkehrswegen. Wurde ein Boden früher landwirtschaftlich genutzt, so hat man Überschwemmungen, Lawinen oder Steinschlag oft in Kauf genommen. Heute müssen diese Flä-

chen in Gefahrensituationen geschützt sein. Grossereignisse haben Risiken aufgezeigt und auch neue Schutzlücken verursacht. Schutzdefizite sind jedoch in der heutigen mobilen Gesellschaft kaum noch akzeptiert, was sich in der anhaltenden Verbautätigkeit zeigt.

Verschiedene grössere Unwetter- und Lawineneignisse als Ursachen für den Neubau oder die Erweiterung von Wildbach-, Hang- und Lawinerverbauungen



Das Domleschg um 1850 und 2001: Die Ausdehnung der Siedlungsgebiete in der Ebene erfordern die Eindämmung von Verwüstungen durch die Nolla. Mit dem Verbau der Nolla sowie des Hinterrheins ab 1870 wurden die Flussläufe und



die Seitenhänge stabilisiert und so Stauungen im Flussbett mit nachfolgenden Flutwellen verhindert. (Bildquellen: Stich; Rhätisches Museum / Foto; Tiefbauamt Graubünden)



Die Bevölkerung der Valsersiedlung St. Antönien im Prättigau hat über Generationen gelernt, mit der Lawinengefahr zu leben. Dass ein Bauernhof im Winter mehrere Tage von der Aussenwelt abgeschnitten war, wurde akzeptiert.



Der verheerende Lawinenwinter von 1950/51 führte jedoch zu einer Neubeurteilung der Lage, so dass schlussendlich am Chüenihorn mehr als 12 km Lawinerverbauungen erstellt werden mussten.

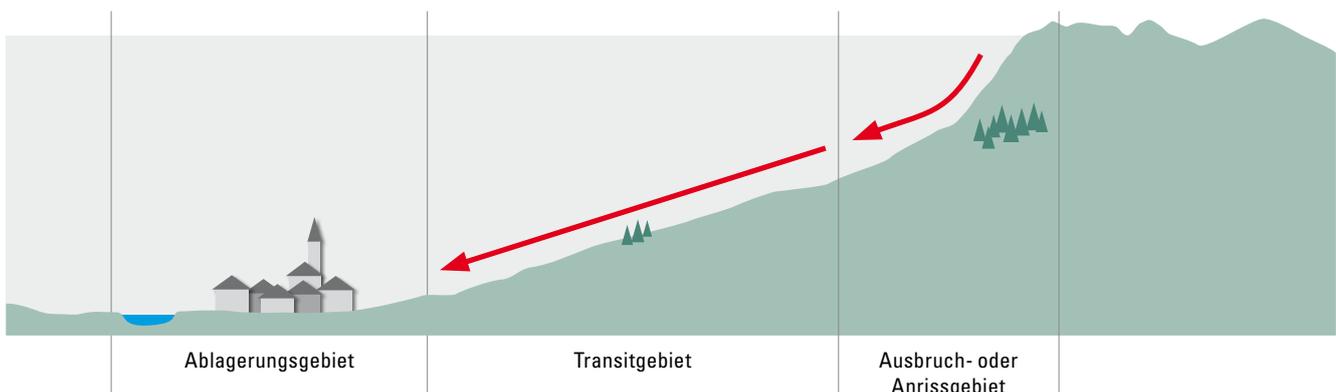
Gegen welche Naturgefahrenprozesse können Verbauungen erstellt werden?

	Lawinen	Steinschlag	Murgang (Rüfe) und Hochwasser
			
Prozess	<p>Fliesslawinen: Die Schneemassen fließen (oder gleiten) der Bodenfläche entlang. Meist folgen sie Geländevertiefungen.</p> <p>Staublawinen: Wo eine Lawine in sehr steilen Hängen abfließt, oder über steile Felswände niedergeht, wird sie so schnell, dass ein bis zu 100 Meter mächtiges Gemisch aus Schnee und Luft entsteht.</p>	<p>Stein- oder Blockschlag: Einzelne Steine resp. Blöcke stürzen oder rollen zu Tal. Bei kleineren Ereignissen beträgt das Volumen wenige Kubikmeter. Bei grossen Ereignissen können Blöcke mit weit mehr als 10m³ Volumen anfallen.</p>	<p>Murgang ist ein Gemisch aus Erde, Steinen und Wasser, welches in einem bestehenden Gerinne zu Tal fließt, mit einem wellenförmigen, schubartigen Abflussverhalten.</p> <p>Hochwasser: Nach Gewittern und längeren Regenperioden können die Wassermassen ganze Böschungen abtragen/wegspülen und das Material auf Strassen und in Siedlungen wieder ablagern.</p>
Wirkende Kräfte Geschwindigkeit	<p>Fliesslawinen sind bis zu 300'000 Tonnen schwer und bis zu 150 km/h schnell. Ihr Druck kann über 100 to/m² betragen.</p> <p>Staublawinen können Geschwindigkeiten von über 200 km/h erreichen. Der Druck in Bodennähe kann über 10 to/m² betragen.</p>	<p>Steinschlag kann mit Geschwindigkeiten von über 100 km/h auftreten. Beim Steinschlag gilt als Ereignis mit starker Intensität, wenn Energien über 300 Kilojoule erreicht werden. Dies entspricht einem aus 10 m Höhe fallenden Lieferwagen mit 3000 kg Gewicht.</p>	<p>Murgänge erreichen Volumen bis über 250'000 m³. Dies entspricht 4 Fussballfeldern überdeckt mit 10 m Material oder einem 15 stöckigen, quadratischen Wohnblock! Geschwindigkeiten über 35 Stundenkilometer sind möglich. Murgänge sind rund fünf bis zehn Mal langsamer als Lawinen und können bei Gebäuden erhebliche Schäden anrichten.</p>

Wo werden Schutzbauten erstellt?

Schutzbauten werden immer dort erstellt, wo die **optimale Wirkung mit dem geringstem bautechnischen Aufwand** erzielt werden kann! Bei den Naturgefahren wird der Prozessraum unterteilt nach: Entstehungsgebiet (Ausbruch- oder Anrissgebiet), Transitgebiet und Ablagerungsgebiet. Im **Ausbruch- oder Anrissgebiet** werden hauptsächlich Ver-

bauungen erstellt, welche direkt das Losbrechen einer Naturgefahr verhindern. Eine Verbauung im **Transitgebiet** lenkt Steine oder Lawinen in unbesiedeltes Gebiet ab. Im **Ablagerungsgebiet** schlussendlich verhindern Verbauungen, dass Häuser und Verkehrswege direkt durch Naturgefahren getroffen werden.



Welche Typen von Schutzbauwerken gibt es?

Schutzbauten können das Auslösen von Ereignissen verhindern oder abschwächen. Bereits ausgelöste Ereignisse können abgelenkt oder aufgehalten werden. Je nach Natur-

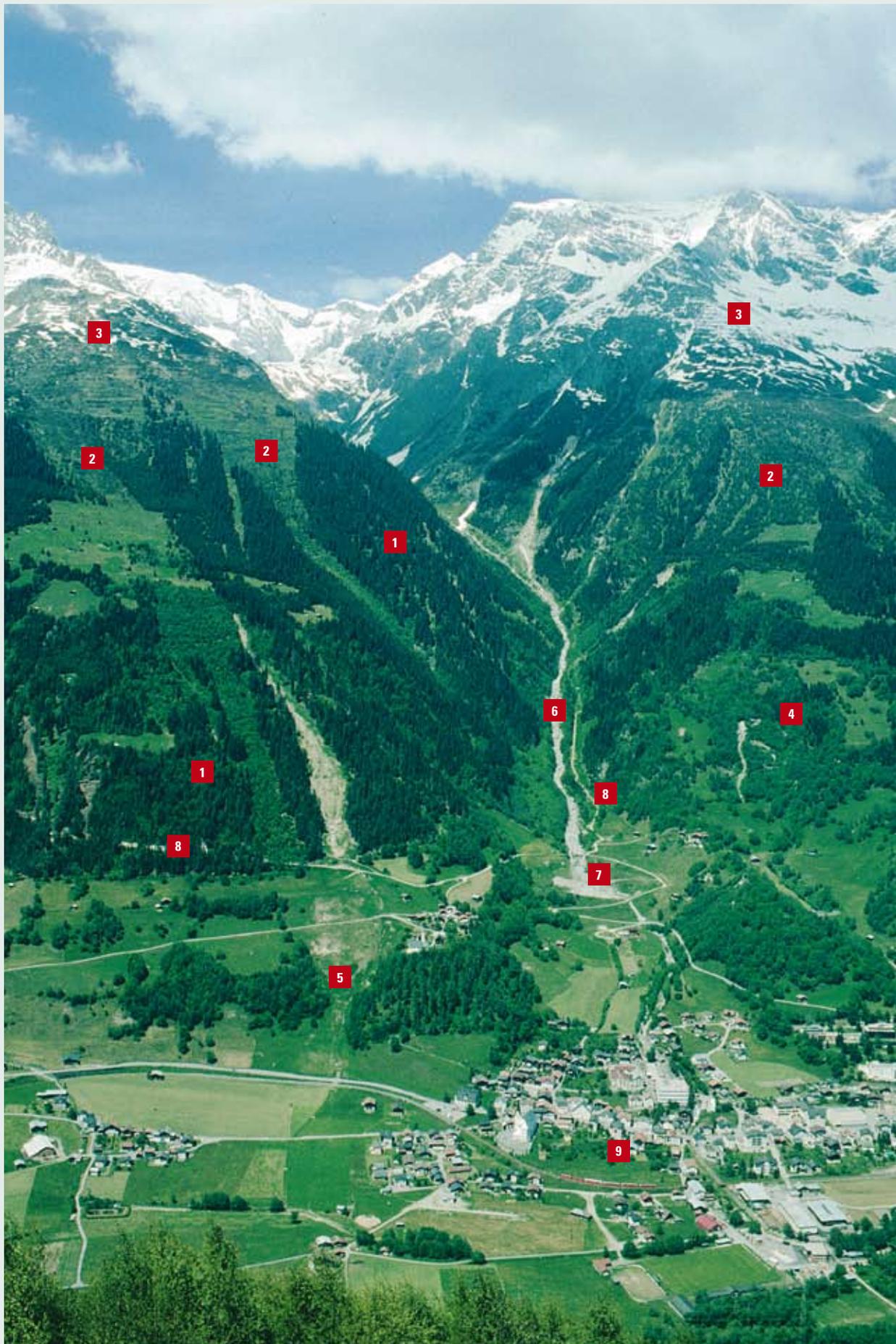
gefahrenprozess werden unterschiedliche Schutzsysteme eingesetzt.

Schutzbauwerk-Typen	Prozess			
	Lawine	Steinschlag	Rutschung	Murgang/ Hochwasser
Permanenter Stützverbau (Stahlschneebrücken, Schneenetze, ...)	•			
Temporärer Stützverbau (Holzschneerechen- und Brücken, ...)	•			
Verwehungsverbauungen (Kolkkreuze- und Tafeln, ...)	•			
Flexible Auffangsysteme (Steinschlag-, Murgangnetze)		•		•
Starre Auffangsysteme (Palisaden, Leit- und Auffangdämme...)	•	•		•
Gerinneverbauungen (Pflästerungen, Schwellen, Sperren)			•	•
Hangstabilisierungssysteme (Holzkasten, Entwässerungen, Begrünung, ...)			•	

Welche Wirkungsweise haben Schutzbauwerke?

Gegen Lawinen		Gegen Steinschlag	
			
Permanente Stahlwerke verhindern durch die Stabilisierung der Schneedecke das Anreissen von Lawinen aus steilen Bergflanken.	Temporäre Holzwerke, verhindern das Anreissen von Lawinen bis der Wald gross genug ist um die Schutzfunktion selber übernehmen zu können. In der Regel werden temporäre Werke kombiniert mit Aufforstungen.	Steinschlagnetze können Steine und Blöcke bis zum Stillstand abbremsen. Dabei wird die Sturzenenergie teilweise in Deformationsenergie umgewandelt. Aktuelle Steinschlagschutzsysteme können Blöcke mit Sturzenenergien bis maximal 5'000 kJ abbremsen.	Durch Schutzdämme können Felsblöcke oder Felssturzmassen mit Sturzenenergien von bis zu 15'000 kJ zurückgehalten werden.
Gegen Hochwasser und Murgang		Gegen Rutschungen	
			
Sperrentreppen im Wildbach verlangsamen die Fließgeschwindigkeit des Wassers. Dadurch wird weniger Erd- und Steinmaterial (Geschiebe) weggespült. Als Folge davon reduziert sich die Gefahr von Murgängen und Rutschungen.	Ein Geschiebesammler fängt Felsblöcke, Steine und Holz auf, die ein Murgang mit sich führt. Er verhindert, dass Material bis in tiefer gelegene Siedlungsgebiete gelangt und dort durch das Verstopfen von Brückendurchlässen zu Überschwemmungsschäden führt.	Den oberflächennahen Bodenschichten wird mit einer Hangentwässerung (Drainage) überschüssiges Wasser entzogen. Dadurch wird die Stabilität rutschgefährdeter Gebiete verbessert.	Eine Holzkasten-Verbauung reduziert die Böschungsnäigung und hilft so lange einen Hang stabilisieren, bis sich die Vegetation wieder einstellt und Bäume mit ihrem Wurzelwerk die bodenstabilisierende Funktion übernehmen.

Prozessräume, Schutzbauten, Wirkungsweise, Schutzziele (Siedlungen, Infrastruktur)



Gebiete
mit Lawinen-
verbauungen:
Stahlwerke oder
Schneenetze

Sperren-
bauten

Auffangdamm

Kanal

Trun, Val Punteglias

1	Wald		Wald kann vor Steinschlag schützen, reduziert/verlangsamt den Wasserabfluss, schützt den Boden vor Erosion und verhindert das Anreissen von Lawinen. Der Wert der direkten Schutzwirkung des Schweizer Waldes auf die darunter liegenden Siedlungen und Verkehrswege wird auf vier Milliarden Franken pro Jahr geschätzt. (Magazin Umwelt, 1/2009).
2	Aufforstungen		Aufforstungen erbringen frühestens ab ca. 30 Jahren eine Schutzwirkung. Diese Zeit wird mit Hilfe von temporären Verbauungen überbrückt, welche gleichzeitig die Aufforstung selber schützen (z. B. vor Schneegleiten).
3	Lawinen-verbauungen		Die Stahlschneebrücken verhindern das Losbrechen von Schneemassen. Dadurch werden nicht nur Siedlungen und Verkehrswege geschützt, sondern auch der darunterliegende Schutzwald.
4	Ingenieurbiologische Massnahmen		Pflanzen wirken als Erosionsschutz durch die Bedeckung der Oberfläche. Die Wurzeln leben vielfach in Symbiose mit Mykorrhizapilzen und verbessern so die Bodenstabilität.
5	Hangverbau		Hangroste und Holzkasten sollen den Hang so lange stabilisieren, bis sich die Vegetation wieder eingestellt hat, und die Bäume mit ihrem Wurzelwerk die stabilisierende Funktion übernehmen können.
6	Sperren-treppen		Die treppenartig verbauten Wildbäche mit Bachsperren reduzieren die Erosionstätigkeit.
7	Geschiebe-fang bei der Wildbach-Mündung		Durch den Rückhalt des Geschiebes soll die Überschwemmungsgefahr für das Dorf verringert werden.
8	Erschliessung		Für den Bau, die Kontrolle und den Unterhalt der Schutzbauwerke dienen die Erschliessungen (Waldwege).
9	Schutzziel: Siedlungs-bereich		Hochwasser ist oft mit grossen Geschiebemengen verbunden und kann zu erheblichen Schäden im Siedlungsgebiet führen. (Bild: Klosters 2005).

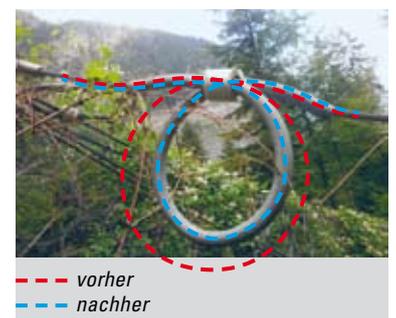
Wie wirkt eine Lawinen-verbauung?

Die im Boden verankerten Schneenetze oder Stahlwerke bilden eine Stützfläche. Sie verhindern so, dass der hangabwärts kriechende Schnee abgleiten und damit eine Lawine auslösen kann.



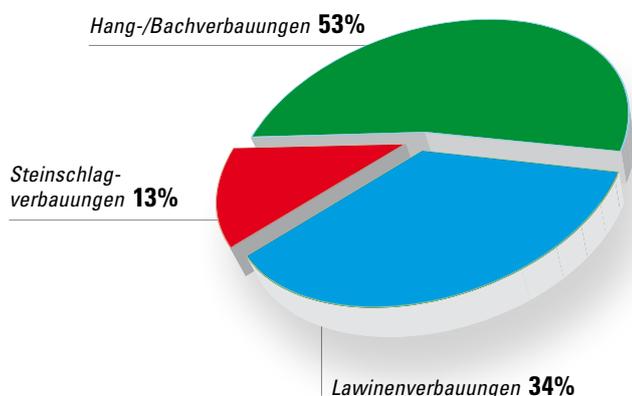
Wie wirkt eine Seilbremse?

Das Bremsenelement eines Steinschlagschutznetzes ist eine Art «Knautschzone». Trifft ein Stein in das Netz, wird das Bremsenelement zusammengezogen. Somit wird nur noch ein kleiner Teil der Sturzenenergie in das Fundament übertragen. Gäbe es die Bremsenelemente nicht, könnten die Verbauungen nur kleinere Steine zurückhalten.



Wieviele Verbauungen gibt es in Graubünden?

Im Kanton Graubünden gibt es rund 850 Verbauungsgebiete. Sie schützen die Bevölkerung in Siedlungen oder auf Hauptverkehrsachsen vor Naturgefahrenprozessen.



Zahlreiche **Hang- und Bachverbauungen** stehen in Gebieten, wo der Untergrund aus Bündnerschiefer besteht (Prättigau, Schanfigg). Auch in Gebieten mit grossräumigen Rutschungen (Lugnez) oder häufigem Starkniederschlag (Bündner Südtäler, Val Müstair) sind viele Hang- und Bachverbauungen anzutreffen.

Lawinerverbauungen sind über den ganzen Kanton verteilt. Schwerpunkte sind die schneereichen Gebiete wie die Landschaft Davos, das Engadin, Samnaun und die obere Surselva sowie Hänge oberhalb der Hauptverkehrsachsen.

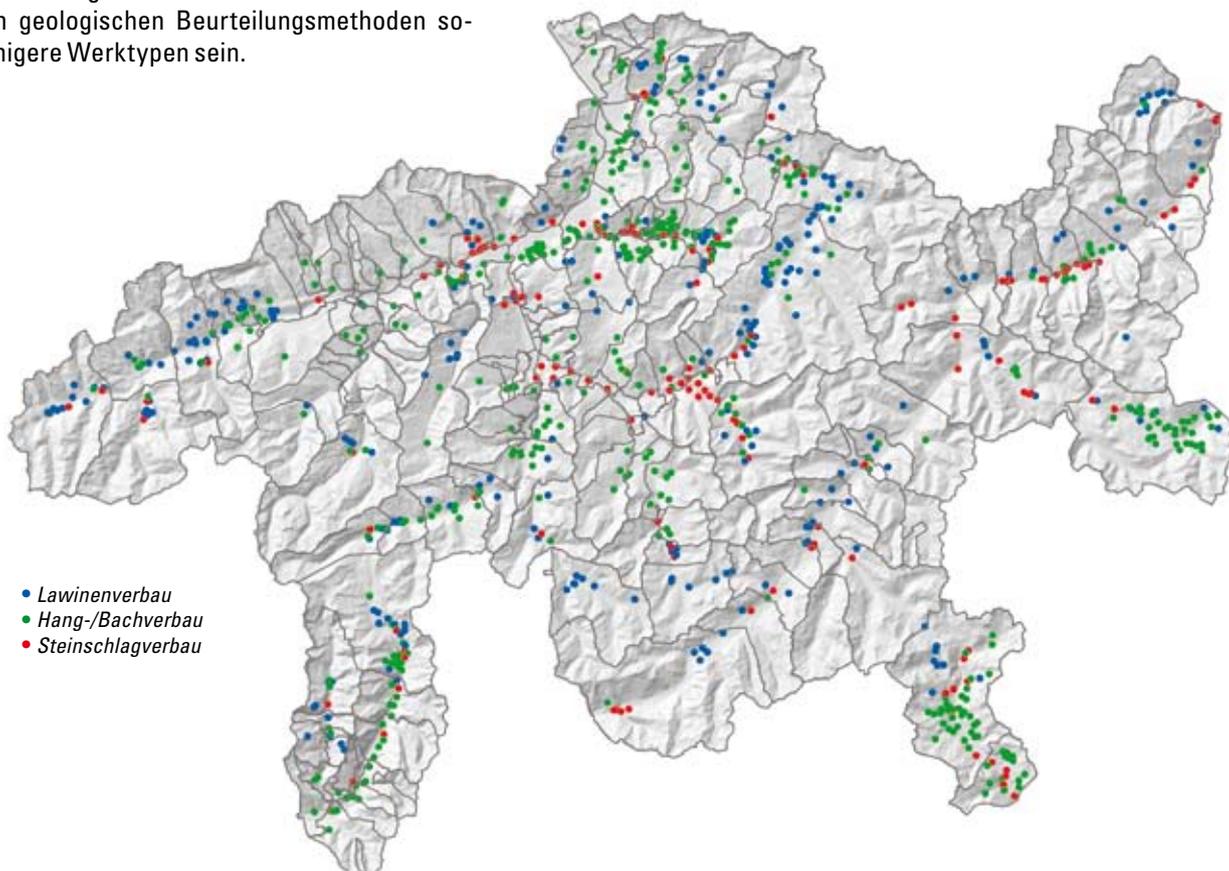
Steinschlagverbauungen konzentrieren sich vor allem auf das Albulatal, das Unterengadin, das Puschlav und das Schanfigg. Der Steinschlagverbau hat in den letzten zwei Jahrzehnten generell zugenommen. Ein Grund dafür dürften die verfeinerten geologischen Beurteilungsmethoden sowie leistungsfähigere Werktypen sein.

Wussten Sie, dass ...

- mehr als die Hälfte der Verbauungen erstellt wurden, um die Bevölkerung vor Hochwasser und Rutschungen zu schützen?
- und über ein Drittel der Schutzbauten Schneelawinen verhindern?



Rutschverbauung mit Holzkästen und Entwässerungsrinnen (Varunela, Poschiavo).



Welcher Werktyp wurde am häufigsten verbaut?

Im Laufe der Zeit hat sich eine grössere Zahl von verschiedenen Schutzbautentypen entwickelt. Geprägt wurden diese Entwicklungen durch Erfahrungen vor Ort sowie Verbesserungen bei der Herstellung und Montagetechnik.

Auch das Aufkommen des Helikopters als Transportmittel im unwegsamen Gelände hat neue Möglichkeiten eröffnet. So wäre die Montage von Schneenetzen ohne Helikopter kaum vorstellbar.

Im permanenten Lawinen- und Steinschlagverbau werden heutzutage nur noch Verbauungen errichtet, welche vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) geprüft und freigegeben worden sind.

Wussten Sie, dass ...

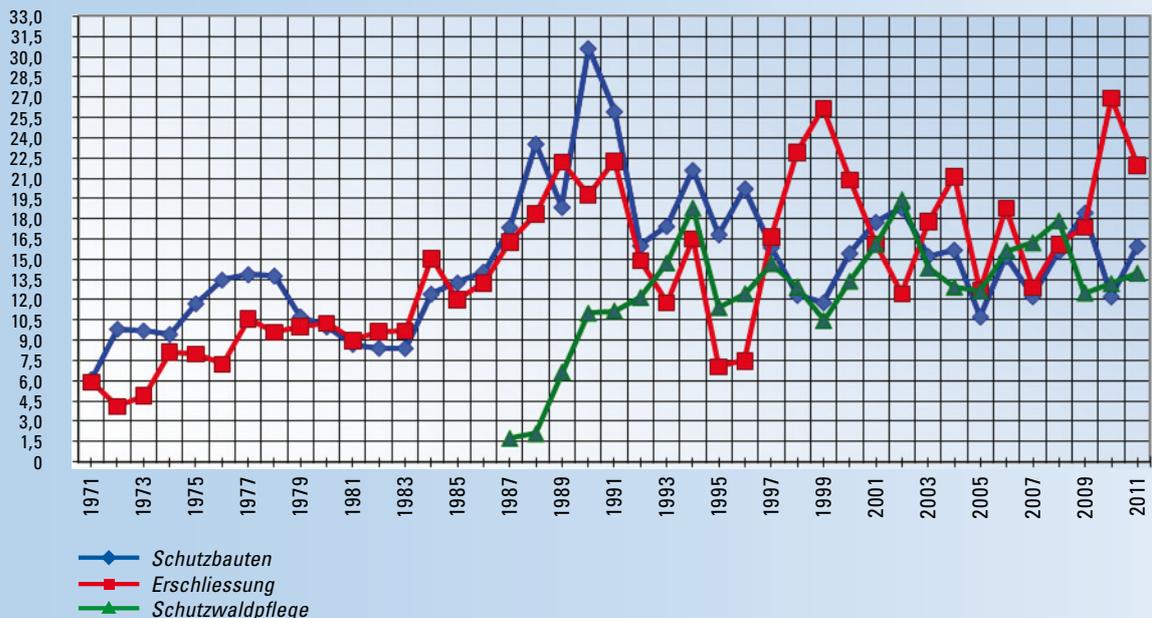
- alle Lawinenverbauungen in Graubünden zusammen, ein Werk von Chur über Zürich bis nach Bern ergeben!
- alle Schutzbauwerke in Graubünden aneinandergereiht mit 480 km Länge einem geschlossenen Bauwerk von Bern bis Brüssel entsprechen?

Für die subventionierten Schutzbauwerke in Graubünden wurden in den letzten 150 Jahren grosse Geldbeträge investiert. Dabei tragen die Bauherrschaft Restkosten zwischen 10 bis 35%. Der Wiederbeschaffungswert der Schutzbauten beläuft sich auf geschätzte 700 bis 900 Mio. Franken (Stand 2011). Schutzwaldprojekte mit ihrer grossflächigen Wirkung sind im Vergleich dazu günstig!

	Werktyp	Gesamtlänge in km
Lawinenverbau	Holzschneebrücken und -rechen	48
	Stahlwerke	142
	Betonwerke (Typ VOBAG)	20
	Trockenmauern	51
	Schneenetze	4
	Lawinenleit- und Auffangdämme	14
	Schneezäune / Verwehungsverbauungen	5
	Total Lawinenverbau	279 km
Hang-, Bachverbau	Holzkasten	12
	Wildbachsperren (Beton, Holz, Stein)	34
	Entwässerungen	110
	Murgangnetze	0.06
	Geschiebsammler	3
	Total Hang-, Bachverbau	165 km
Steinschlagverbau	Steinschlagnetze	18
	Palisaden	10
	Auffangdämme	9
	Total Steinschlagverbau	37 km

Beiträge von Bund und Kanton an die Kosten für Schutzbauten, Erschliessung und Schutzwaldpflege 1971 bis 2010

Mio Fr.



Wie wird sichergestellt, dass die Verbauungen längerfristig funktionieren?

Im Kanton Graubünden gibt es zahlreiche Verbauungen. Diese in einem guten, funktionstauglichen Zustand zu bewahren, stellt eine grosse Herausforderung dar. Um diese Aufgabe bewältigen zu können, werden zweckmässige Arbeitsinstrumente benötigt. Das Zusammenspielen dieser Instrumente wird auch als **Schutzbautenmanagement** bezeichnet.

Planung (Schutzbautenkataster SBK)

Informationssystem über alle Verbauungen

- wo sind die Werke
- wann müssen sie kontrolliert werden

Kontrolle (Kontrolle und Unterhalt forstlicher Infrastruktur KUF)

Handbuch / Anleitung, wie die einzelnen Werke zu kontrollieren sind

Instandstellung (Sammelprojekt Instandstellung Schutzbauten SIS)

Dient der raschen Instandsetzung von beschädigten Schutzbauten

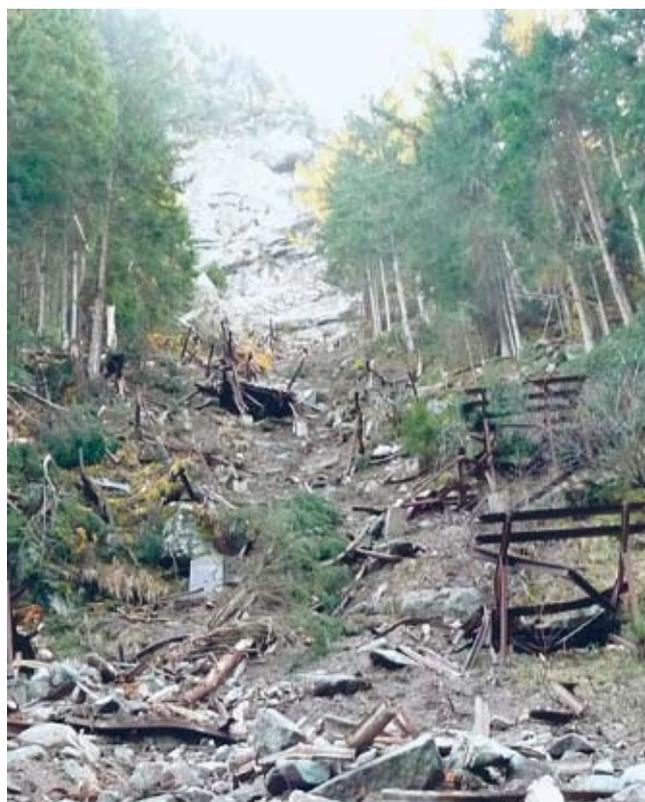
Was wird in Graubünden unternommen, damit die Schutzbauten dauerhaft funktionstauglich bleiben?

Heute liegt der Schwerpunkt beim forstlichen Verbauwesen nicht mehr in der Neuerstellung von Bauwerken sondern vermehrt im Erhalt der vorhandenen Bausubstanz. Im Schutzbautenkataster (SBK) ist ersichtlich, wo die Schutz-

bauwerke lokalisiert sind, in welchem Zustand sich die Bauwerke befinden und wann sie zu kontrollieren sind. Die Revierförster der Gemeinden überprüfen die Verbauungen im Gelände und erfassen allfällige Mängel. Somit hilft der SBK, einen Überblick über alle Verbauungen in Graubünden zu erhalten.



Ungenügender Schutz: Lawinenanriss innerhalb einer Verbauung.



Durch ein Steinschlagereignis völlig zerstörte Verbauung.

Unterhalt, Instandsetzung und Erneuerung

Das Handbuch «Kontrolle und Unterhalt forstlicher Infrastruktur» (KUF) ist eine Anleitung, wie die einzelnen Schutzbauten zu kontrollieren sind. Das Handbuch besitzt zwei Kontrollstufen, wobei jeweils ein Vergleich zwischen dem aktuellen Zustand (IST) und dem gewünschten Zustand (SOLL) durchgeführt wird (sogenannter Soll-Ist-Vergleich):

- **Kontrollstufe 1:** Überprüfung, ob das bestehende Verbaungsgebiet genügend Schutz gegen die aktuellen Naturgefahrenprozesse bietet. Auch wird kontrolliert, ob die Verbauung überhaupt am richtigen Ort steht um Siedlungen und Verkehrswege zu schützen.
- **Kontrollstufe 2:** Detaillierte Kontrolle der einzelnen Bauwerke vor Ort durch die Revierförster der Gemeinden. Anhand von Checklisten sollen die Mängel und Schäden an den Bauwerken erfasst, der Schaden bewertet und der Handlungsbedarf bestimmt werden. Oft müssen Unterhaltsarbeiten gemacht werden (Steine wegräumen, Bäume entfernen). Hierfür verantwortlich sind die Gemeinden als Werkeigentümer. Treten jedoch grössere Schäden auf, welche die Funktionstauglichkeit einer Verbauung auf längere Sicht hinaus einschränken, wird es nötig eine Instandsetzung durchzuführen.



Durch Steinschlag beschädigte Stahlwerke.



*Schäden an Fundamenten einer Steinschlagverbauung:
Gerissene Grundplatte der Stütze.*



Gebrochene Bachsperre mit ungenügender Schutzwirkung.

Behebung von Schäden über das Instrument SIS

Beim «Sammelprojekt Instandstellung Schutzbauten», kurz SIS, geht es darum, die Schutzwirkung von bestehenden Schutzbauten effizient und ohne Zeitverzug zu erhalten. Jährlich werden dabei rund 35 bis 40 Verbauungen mit minimalem administrativem Aufwand bearbeitet.

Dabei werden in erster Linie beschädigte oder zerstörte Bauteile ersetzt (z. B. Stützen oder Rostbalken) und einzelne Bauteile sowie Fundamente verstärkt. Vom Sammelprojekt grundsätzlich ausgeschlossen sind Ausbauten und reine Unterhaltsarbeiten.



Durch Steinschlag beschädigte und mit Stein- und Erdmaterial hinterfüllte Schutzpalisade.



Die im Bild oben dargestellte beschädigte Schutzpalisade ist nach der Instandstellung mittels SIS wieder funktionstauglich.

Gesetzliche Grundlagen

Die wichtigsten gesetzlichen Bestimmungen für das Erstellen von Verbauungen gegen Naturgefahren

Bundesgesetz über den Wald (WaG, 921.0):

Art. 19

Wo es der Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten erfordert, sichern die Kantone die Anrissgebiete von Lawinen sowie Rutsch-, Erosions- und Steinschlaggebiete und sorgen für den forstlichen Bachverbau. Für die Massnahmen sind möglichst naturnahe Methoden anzuwenden.

Kantonales Waldgesetz (KWaG, 920.100)

Art. 24

1 Wo es der Schutz von Menschen und von erheblichen Sachwerten erfordert, sind die betroffenen Gebiete durch Lawinen-, Rutsch-, Erosions- und Steinschlagverbauungen zu sichern. Ebenso ist der forstliche Bachverbau sicherzustellen.

Art. 41 1)

Der Kanton kann nach Massgabe des Bundesrechtes Beiträge für Förderungsmassnahmen in den Bereichen Schutz vor Naturereignissen, Schutzwald, biologische Vielfalt des Waldes und Waldwirtschaft gewähren.

Kantonale Waldverordnung (KWaV, 920.110)

Art. 10

1 Forstliche Bauten und Anlagen sind namentlich Waldstrassen, Maschinenwege, permanente Seilanlagen, forstliche Werkhöfe und Holzschöpfe. Darunter können auch Lawinen-, Steinschlag-, Felssturz-, Bach-, Rutschhang- und Rufenverbauungen sowie Entwässerungen, Erosionsschutz, Schutzgalerien und Frühwarnsysteme fallen.

Quellenangaben und weiterführende Literatur

- Amman et.al (1997): Lawinen.
- Bündnerwald (2009): Bauten die uns schützen, Jahrgang 62, Ausgabe Dezember.
- Eidg. Inspektion für das Forstwesen (1951): Der Lawinenwinter 1950 / 51; Veröffentlichung über Verbauungen Nr. 6.
- D. Schönbächler (1984): Die Lawinenkatastrophe von Disentis, Sonderdruck.
- Bündnerwald (1972): Lawinenschutz in der Schweiz, Beiheft Nr. 9.
- Böll (1997): Wildbach- und Hangverbau.
- BAFU (2007): Lawinenverbau im Anbruchgebiet.
- Bündnerwald (2005): Forstliche Bautätigkeit in Graubünden, Jahrgang 57, Nr. 1.
- Amt für Wald und Naturgefahren (2011): Handbuch Kontrolle und Unterhalt forstl. Infrastruktur (KUFI).
- Amt für Wald Graubünden (2009) Faktenblatt Naturgefahren.

Weitere Informationen

- Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden: www.wald-naturgefahren.gr.ch/Schutzbauten
- Bundesamt für Umwelt, Abt. Gefahrenprävention: www.bafu.admin.ch/naturgefahren
- Eidg. Forschungsanstalt für Wald Schnee und Landschaft: www.wsl.ch
- Lawinenforschungsinstitut: www.slf.ch
- Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT: www.planat.ch
- Fachleute Naturgefahren Schweiz FAN: www.planat.ch/de/partner/fan

Impressum: Amt für Wald und Naturgefahren
Kontaktadressen und weitere Informationen unter:
www.wald-naturgefahren.gr.ch
1. Auflage 2'000 Ex. September 2011
Autoren: Martin Frei, Barbara Huber, Romano Costa
Titelbild: Lawinenverbauung Muota di Tir, Gemeinde Tujetsch.
Bilder: Amt für Wald und Naturgefahren, Abenis AG, SLF Davos, Kant. Waldamt Bern

