Amt für Wald Graubünden
Uffizi forestal dal Grischun
Ufficio forestale dei Grigioni

Gemeinde Brienz/Brinzauls

Felssturzgebiet Caltgeras (Brienz)

Vorprojekt: Installation Überwachungssystem

Technischer Bericht, KV und Pläne



Projektleiter	**Projektverfasser**
Amt für Wald Graubünden – Region 4 Schutzbauten Bruno Roussette 7450 Tiefencastel	Amt für Wald Graubünden – Zentrale Geologie Andreas Huwiler 7000 Chur

Chur, 28. September 2009	Version 2.0

Mitglied von graubünden HOLZ

Inhaltsverzeichnis

Abbildungen ..... **II**

Tabellen ..... **II**

1 Einführung und Problemstellung **1**

2 Grundlagen **2**

2.1 Projektgebiet 2

2.2 Verwendete Unterlagen 2

3 Problemanalyse **3**

3.1 Bisherige Kenntnisse 3

3.2 Wissenslücken 3

4 Nachweis des Handlungsbedarfs **4**

5 Projektziele **4**

6 Konflikte **5**

7 Massnahmen **5**

7.1 Massnahmenbeschreibung 5

7.1.1 Überwachungskonzept 5

7.1.2 Alarmdispositiv 6

7.1.3 Systemsicherheit 6

7.1.4 Unterhalt und Instandstellung 6

7.2 Kostenvoranschlag 7

7.3 Finanz- und Terminplan 8

7.4 Projektbedingte Umwelteinflüsse 8

8 Projektausführung **8**

8.1 Zeitplan 8

8.2 Organisatorisches 9

Anhang **10**

Abbildungen

Abbildung 1: Ausschnitt aus der Landeskarte 1:25'000, Blatt 1216 - Filisur) 2
Abbildung 2: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte "Sturz" 4

Tabellen

Tabelle 1: Überwachungskonzept 5
Tabelle 2: Kostenvoranschlag für Installation und Betrieb des Messnetzes in den ersten 12 Monaten 7
Tabelle 3: Finanz- und Terminplan 8

1 Einführung und Problemstellung

Auf dem Gemeindegebiet von Brienz/Brienzauls sind einerseits eine grossräumige Sackung, anderseits Sturzprozesse aus einer steilen Hangflanke oberhalb Creplas (Gebiet Caltgeras) aktiv.

Die gesamte, heute aktive Sackung betrifft eine Fläche von ca. 4 bis 5 km^2. Die Gleitfläche liegt vermutlich in tonig verwitterten Flysch-Schichten in mehreren Zehnermeter Tiefe. Die Verschiebungsgeschwindigkeit im Bereich zwischen der Verbindungsstrasse Lenz – Brienz und der RhB-Strecke Tiefencastel – Surava liegt in der Grössenordnung von 5 bis 12 cm pro Jahr [2].

Über das Gebiet Caltgeras liegen keine Vermessungsdaten vor und es fehlen deshalb quantitative Angaben über die Verschiebungsgeschwindigkeiten. Im geologischen Bericht zur 2007/2008 erstellten Gefahrenkarte Rutschungen und Hangmuren [2] wird jedoch darauf Hingewiesen, dass sich "…gewaltige Felsspalten hinter der Felswand immer mehr öffnen“ und "die Felswand-nahen Dolomitpakete rascher auf den Abgrund hin zu gleiten scheinen als die Maiensäss-wärts gelegenen".

Aus den steilen Hangpartien oberhalb Creplas lösen sich regelmässig Steine und Blöcke, die vereinzelt bis in die landwirtschaftlich genutzten Wiesen bei Gretla und Bambaisch respektive auf die Verbindungsstrasse Lenz – Brienz gelangen. Bei Starkniederschlägen brechen sporadisch Hangmuren los, die ebenfalls bis an die Strasse gelangen. Die wichtigsten Ereignisse sind in den Berichten zu den Gefahrenkarten Sturz [1] sowie Rutschungen und Hangmuren [2] aufgelistet und beschrieben.

Im Jahr 2008 sind aus den Felsen bei Caltgeras mehrere Sturzereignisse niedergegangen, die zur Ablagerung von Grossblöcken im Bereich der Verbindungsstrasse geführt haben. Ende Dezember 2008 hat die Sturzaktivität nochmals deutlich zugenommen und zur starken Beschädigung der Strasse geführt [3]. Als mittelfristige Sofortmassnahme wurde vom Tiefbauamt die bereits bestehende Fallgrube bergseitig der Verbindungsstrasse deutlich vergrössert. Gleichzeitig wurde durch die CSD mit weiterführenden Untersuchungen beauftragt, da die bestehenden Grundlagen nicht für ein nachhaltiges Schutzkonzept für Strasse und Siedlungsraum ausreichten.

Bei einer Begehung des Perimeters im Rahmen dieser weiterführenden Untersuchungen wurden oberhalb der Felswand durch die CSD Ende Mai 2009 grosse, frische Felsspalten festgestellt (siehe Abbildung auf der Titelseite). Die grösste Spalte verläuft auf einer Länge von rund 300 m, ist 8 bis 12 m breit und die sichtbare Tiefe beträgt stellenweise bis zu 20 m. Im Sommer 2008 war die Spalte mit Sicherheit noch nicht vorhanden [4].

Aufgrund der zumindest zeitweise hohen Bewegungsrate (6 bis 8 m innerhalb eines Jahres), der tiefen Gleitfläche von schätzungsweise 40 bis 60 m und der grossen bewegten Fläche (ca. 44'000 m^2) kann ein Szenario "Bergsturz", dass heisst ein abgleiten von mehr als einer Million m^3, nicht ausgeschlossen werden. Zwar fehlen im Moment konkrete Anzeichen für einen unmittelbaren Absturz der Gesamtmasse, allerdings liegen keine Verschiebungsmessungen im Gelände oberhalb der Abbruchfront vor. Die 2008 abgeschlossene Gefahrenbeurteilung (Gefahrenkarte Sturz, [1]) ist jedoch nach wie vor gültig.

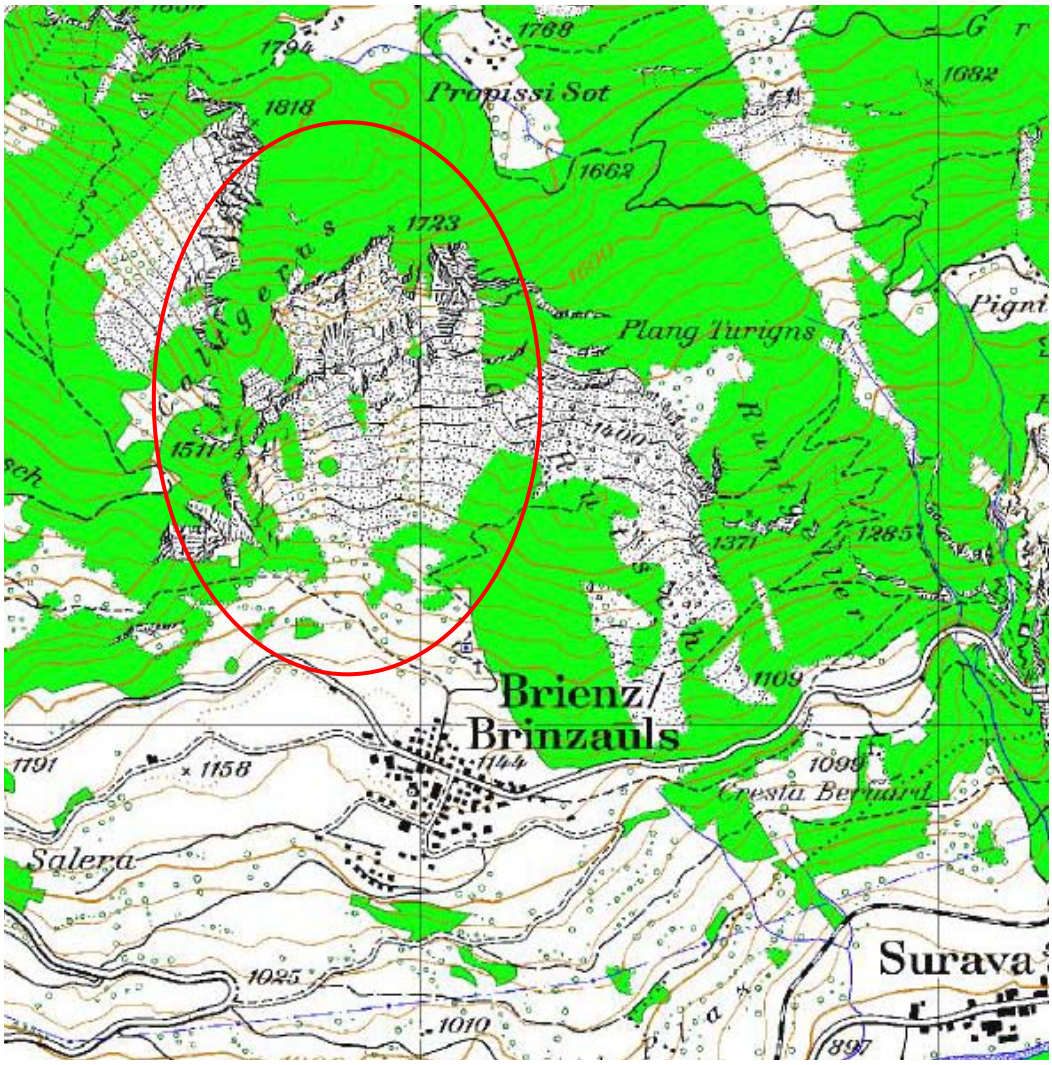
Mit dem geplanten Überwachungskonzept sollen die Bewegungsraten erfasst und Erkenntnisse über die Bewegungsmechanismen und die Rutschungskinematik erlangt werden. Daraus soll eine Prognose über die zu erwartende Sturzaktivität und eine allfällige Alarmierung vor Grossereignissen ermöglicht werden.

2 Grundlagen

2.1 Projektgebiet

Das Projektgebiet liegt oberhalb von Brienz (Flurname "Creplas"). Der Prozessraum, der mit dem Messkonzept überwacht werden soll, reicht von der Verbindungsstrasse Lenz – Brienz (ca. 1160 m ü.M.) bis auf eine Höhe von ca. 1750 m zwischen Caltgeras und den Maiensässen bei "Propissi Sot".

Der folgende Kartenausschnitt (*Abbildung 1*) zeigt eine Übersicht aus der Landeskarte 1:25'000. Ein massstabsgetreuer Kartenausschnitt des Projektgebiets findet sich im *Anhang 1*.



© Bundesamt für Landestopographie

Abbildung 1: Ausschnitt aus der Landeskarte 1:25'000, Blatt 1216 - Filisur (verkleinert)

2.2 Verwendete Unterlagen

Der vorliegende Bericht stützt sich neben den relevanten gesetzlichen Bestimmungen, Normen und technischen Richtlinien auf die folgenden Dokumente:

[1] Geologischer Bericht zur Gefahrenkarte Sturz, Gemeinde Brienz, Baugeologie und Geo-Bau-Labor Chur, Bericht Nr. BG 2796, 23. Januar 2008.

[2] Geologischer Bericht zur Gefahrenkarte Rutschungen und Hangmuren, Gemeinde Brienz, Baugeologie und Geo-Bau-Labor Chur, Bericht Nr. BG 2796-1, 25. Januar 2008.

[3] Erstbeurteilung Felssturzereignisse 2008, Tiefbauamt Graubünden und Gemeinde Brienz, CSD Ingenieure und Geologen AG, 27. Januar 2009.

[4] Geologische Beuteilung Felssturzgefahr, Aktennotiz zur Begehung vom 27.5.2009, Tiefbauamt Graubünden, 28. Mai 2009.

[5] Sackungsmasse Brienz, Aufbau Überwachungs- und Alarmdispositiv, Arbeitspapier zur Besprechung vom 8.9.2009, CSD Ingenieure und Geologen AG, 8.9.2009.

Alle weiteren Grundlagen (Gesetze, Normen & Richtlinien, Fachbücher) welche einen Zusammenhang mit dem Projekt haben, sind im Handbuch Projektarbeiten des Amts für Wald Graubünden aufgelistet.

Sämtliche Unterlagen können beim Amt für Wald Graubünden – Region Mittelbünden/Moesano, eingesehen werden.

3 Problemanalyse

3.1 Bisherige Kenntnisse

Die bisherigen Kenntnisse beruhen auf Feldbeobachtungen sowie aus Messergebnissen eines einfachen, anfangs Juni 2009 implementierten Messsystems mit Messbändern, die wöchentlich abgelesen wurden. Aus diesen Beobachtungen und Messungen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Die Rutschmasse besteht aus Dolomit der Silvretta-Decke, welcher durch verschiedene Kluftsysteme teilweise stark gestört ist. Verschiedene Spalten unterteilen die Masse in einzelne Schollen, innerhalb der Rutschmasse scheint jedoch eine kohärente (zusammenhängende) Felsmasse vorzuliegen. Vor allem im unteren Teil der Rutschmasse sind Aufschiebungen (Kompressionen) erkennbar, was vermuten lässt, dass sich die gesamte Masse auf einer Felsnase aufstützt.
- Als Gleitflächen werden die unter den Dolomiten anstehenden Rauhwacken vermutet, welche teilweise auch gipshaltige Gesteinen enthalten. Eindringendes Meteor- und Schmelzwasser dürfte zur Herauslösung von Gips und damit zu einer Destabilisierung der Rauhwackenschichten führen.
- Die Ablesung der über der Hauptspalte installierten Messbänder ergaben im Zeitraum anfangs Juli bis Mitte September 2009 Öffnungsraten von maximal 14 cm. Im Vergleich zu den Verschiebungen, die zur Öffnung der grossen Spalten führten (mehrere Meter in einem Jahr, siehe Abbildung auf Titelseite), sind die aktuellen Bewegungsraten gering. Allerdings liegen sie deutlich über den Verschiebungsraten der gesamten Sackungsmasse Brienz (5 bis 12 cm/Jahr).

3.2 Wissenslücken

Die bisher durchgeführten Messungen geben nur grobe, wahrscheinlich mit grossen Messfehlern behaftete Hinweise auf die Geschwindigkeit der Spaltenöffnung. Mit Blick auf eine Prognose über die zu erwartende Sturzaktivität und eine allfällige Alarmierung vor Grossereignissen sind die Verschiebungsraten und –richtungen der einzelnen Schollen detailliert zu erfassen.

4 Nachweis des Handlungsbedarfs

Auf der Basis der vorliegenden Kenntnisse kann zum heutigen Zeitpunkt nicht ausgeschlossen werden, dass die Gesamtmasse spontan abrutschen könnte. Zurzeit fehlen zwar konkrete Anzeichen wie eine erhöhte Steinschlagaktivität, für eine Prognose über die künftige Entwicklung ist die Datenbasis allerdings nicht ausreichend.

Im Falle eines Grossereignisses dürfte das Absturzvolumen mehr als 1 Million Kubikmeter betragen (Bergsturz). Der nördliche Teil des Dorfes Brienz, in dem sich unter anderem das Schulhaus befindet, wäre in diesem Fall gefährdet (Restgefährdung gem. Gefahrenkarte, [1], siehe Abbildung 2).

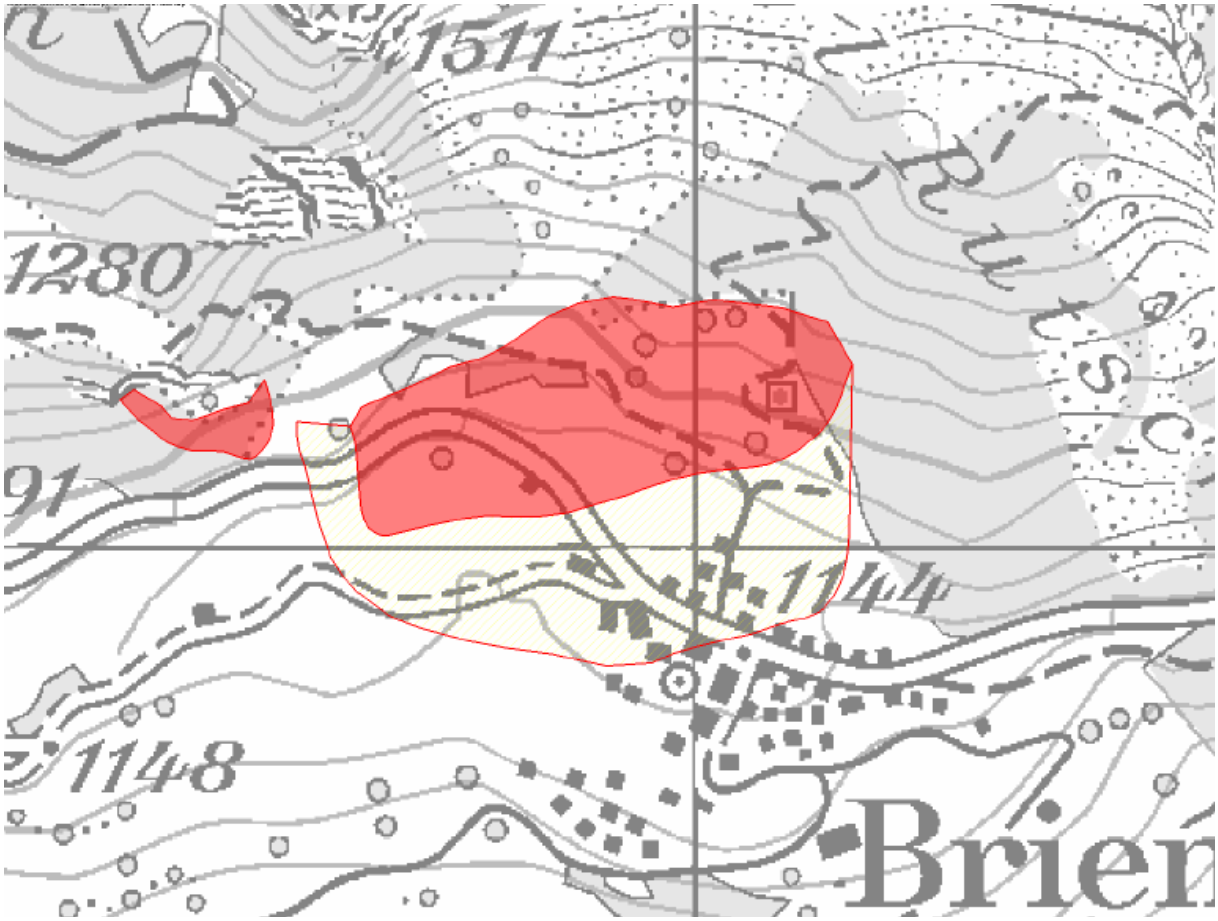


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte "Sturz"; Rot: Erhebliche Gefährdung, Gelb schraffiert: Restgefährdung

5 Projektziele

Ziel des Projekts ist die Implementierung eines Überwachungssystems für die Rutschmasse. Für die eigentliche Betriebsphase wird per Ende 2010 ein Folgeprojekt erstellt. Die Erfassung der Bewegungsraten der Sackungsmasse Brienz ist kein Projektziel.

Mit dem vorgesehenen Überwachungssystem sollen die Bewegungsraten der Rutschmasse erfasst sowie Erkenntnisse über die Bewegungsmechanismen und die Rutschungskinematik erlangt werden. Daraus soll eine Prognose über die zu erwartende Sturzaktivität und eine allfällige Alarmierung vor Grossereignissen ermöglicht werden.

Weiter soll dass System bei der Überschreitung eines Schwellenwertes automatisch alarmieren.

Das Rutschgebiet ist im Winter nur mit grossem Aufwand begehbar. Die Messeinrichtungen müssen damit während mindestens 5 Monaten autonom funktionieren und Daten übermitteln. Weiter sollen möglichst viele der vorgesehenen Messpunkte vom Tal aus "berührungslos" überwachbar sein.

Schliesslich soll sich die Überwachung im Falle erhöhter Aktivität mit geringem Aufwand intensivieren respektive zurück fahren lassen, falls sich das Rutschgebiet ruhig verhält.

6 Konflikte

Konflikte sind nicht zu erwarten. Der Prozessperimeter tangiert weder Naturschutzgebiete noch Wildruhe- oder Wildschutzzonen. Wanderwege oder sonstige touristisch genutzte Infrastrukturen sind im Bereich der Rutschmasse nicht vorhanden. Bauliche Massnahmen beschränken sich auf die Erstellung einzelner Fixpunkte, lokal muss der Baumbestand entfernt werden, um den für GPS-Messungen erforderlichen Horizont freizulegen.

7 Massnahmen

7.1 Massnahmenbeschreibung

7.1.1 Überwachungskonzept

Das vorgesehene Überwachungskonzept ist in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst. Ein Situationsplan, aus dem die Lage der vorgesehenen Messpunkte dargestellt ist, findet sich in Anhang 2.

Tabelle 1: Überwachungskonzept

Messinstrument	Aufbau	Zweck	Intervall
Laserdistanzmesser	Laser-Distanzsensoren messen an 4 Standorten die Spaltenöffnung; automatische Datenerfassung und Transfer via GPRS	Laufende Überwachung der Spaltenbewegung, Alarmierung bei Überschreitung eines Schwellenwerts	stündlich
Geodätische Vermessung mit GPS	Einrichten von ca. 25 Fixpunkten innerhalb und ausserhalb der Rutschmasse, Vermessung mit GPS	Periodische Aufnahme von Relativ- und Absolutbewegungen der Rutschmasse	halbjährlich
Präzisionstachymetrie	Überwachung von 5 bis 10 Fixpunkten entlang der Abrisskante mittels Tachymeter. Für die Messungen muss die Rutschmasse nicht betreten werden.	Periodische Aufnahme von Relativ- und Absolutbewegungen der Rutschmasse, Messungen auch im Winter möglich	monatlich
Laserscan	Scan des gesamten Ausbruchbereichs oberhalb Brienz	Erfassung des Ist-Zustands; bei beschleunigter Bewegung oder fortschreitender Unzugänglichkeit erlauben weitere Messungen Aussagen zur Kinematik	bei Bedarf

Mit den Laserdistanzmessern werden Spalten überwacht. Sie dienen in erster Linie als Alarmierungsinstrument. Dank des kurzen Messintervalls werden signifikante Veränderungen sofort erfasst und die zuständigen Personen via GPRS direkt alarmiert. Die Lasersensoren und Übermittlungsanlage werden vorerst für 6 Monate gemietet. Wenn sich während dieser initialen Phase zeigt, dass die Spaltenmessungen für die Überwachung

erforderlich sind, so wird die Anlage des vorliegenden Projektes für die weitere Betriebsphase gekauft. Die Anlage wird von der CSD Ingenieure und Geologen AG, Thusis (CSD), geliefert, installiert und (während des ersten Jahres) unterhalten.

Mit den 25 Fixpunkten innerhalb und ausserhalb der Rutschmasse werden die Bewegungen erfasst (vorgesehene Lage der Messpunkte siehe Anhang 2). Alle Punkte werden mit GPS vermessen. Von den 25 Messpunkten werden 5 bis 10 Punkte entlang der Abrisskante mit Reflektoren versehen, damit diese vom Dorf aus mit einem Tachymeter vermessen werden können. Die Fixpunkte entlang der Abrisskante werden rückversichert, damit deren Lage im Falle von Sturzereignissen an der Kante wieder rekonstruiert werden können. Für die Tachymetrie muss im Dorf Brienz ein Messpfeiler erstellt werden. Die geodätische Vermessung mit GPS und die Präzisionstachymetrie vom Dorf aus werden von der Hasler Müggler Quinter AG, Thusis (HMQ), durchgeführt.

Der Laserscan dient in erster Linie zur Erfassung der Ist-Situation. Bei einem Ereignis können mit einem weiteren Scan die Ablagerungs- resp. Ausbruchkubaturen bestimmt sowie auf die Kinematik der Rutschmasse rückgeschlossen werden. Sollten die gesetzten Messpunkte nicht mehr erreichbar sein, kann mit weiteren Scans die Bewegung der Rutschmasse bestimmt werden. Der Scan wird aus einem Helikopter durch die Grünenfelder und Partner AG ausgeführt.

7.1.2 Alarmdispositiv

Für den Pilotbetrieb ab Oktober 2009 bis Oktober 2010 existiert ein einfaches Konzept, wie bei der Überschreitung von Schwellenwerten reagiert und informiert wird [5]. Im Hinblick auf die spätere Betriebsphase wir in Absprache mit der Gemeinde Brienz ein detailliertes Alarmdispositiv erarbeitet, in dem Schwellenwerte, stufenabhängige Massnahmen sowie Zuständigkeiten festgelegt werden.

7.1.3 Systemsicherheit

Das Überwachungsdispositiv ist weitgehend redundant aufgebaut. Fällt ein System aus (z.B. Ausfall der Datenübermittlung mittels GPRS), so könnte die Überwachung der Fixpunkte entlang der Abrisskante automatisiert werden und beispielsweise stündliche Daten liefern. Bei einem Totalversagen (unwahrscheinlicher Fall des gleichzeitigen Verlustes sämtlicher Fixpunkte und Sensoren) kann auf den Laserscan zurückgegriffen werden.

7.1.4 Unterhalt und Instandstellung

Das Projekt beschränkt sich auf die Installation und Durchführung der ersten Messungen (voraussichtlich bis Ende 2010). In diesem Zeitraum sind die CSD für die Instandhaltung und den Unterhalt der Spaltenmessungen verantwortlich, HMQ für die Instandhaltung der Fixpunkte.

7.2 Kostenvoranschlag

Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die voraussichtlichen Kosten.

Tabelle 2: Kostenvoranschlag für Installation und Betrieb des Messnetzes in den ersten 12 Monaten (alle Angaben in CHF inkl. MWSt.)

Leistung	Beschreibung		Total
Spaltenmessungen			
Installation	Installation von 4 Lasersensoren mit Energieversorgung (Solarpanel)	9'000.-	
Miete.	Miete der Anlage für 6 Monate	13'000.-	
	Unterhalt 12 Monate	10'000.-	
Anschaffung	Anschaffung der Anlage für die Betriebsphase	33'000.-	
Total			*65'000.-*
Geodätische Vermessung			
Installation	Inkl. Forstarbeiten und Erstellung Fundamente für die Fixpunkte	18'000.-	
Nullmessung		8'000.-	
Folgemessung	2 Messungen (4/2010 und 10/2010)	11'000.-	
Total			*37'000.-*
Präzisionstachymetrie			
Installation	Inkl. Baukosten für Messpfeiler und Kosten Bergführer für Installation Reflektoren an Abrisskante	10'000.-	
Nullmessung		4'000.-	
Folgemessungen gross (Typ 1)	2 Messungen (4/2010 und 10/2010)	5'000.-	
Folgemessungen klein (Typ 2)	10 Messungen	18'000.-	
Total			*37'000.-*
Laserscan	Laserscan aus Helikopter, inklusive Flug		*15'000.-*
Geologische Begleitung	Festlegen/Ausstecken der Messpunkte zusammen mit Geometer, Auswertung Messergebnisse, Interpretation der Messergebnisse (¼-jährlich), Abfassen von 4 Kurzberichten		*20'000.-*
Alarmdispositiv			*5'000.-*
Projektleitung	ca. 5% der Gesamtkosten		*9'000.-*
Unvorhergesehenes	3-5% der Gesamtkosten		*7'000.-*
Total	**CHF inkl. MWSt.**		**195'000.-**

Die Kosten für die spätere Betriebsphase können zum heutigen Zeitpunkt nicht zuverlässig quantifiziert werden, da das detaillierte Überwachungskonzept erst auf der Basis der Ergebnisse der einjährigen Pilotphase festgelegt werden kann. Erfahrungsgemäss dürfte jedoch mit Kosten in der Grössenordnung von CHF 20 bis 30'000.- pro Jahr zu

rechnen sein. Bund und Kanton werden sich voraussichtlich auch an den Betriebskosten beteiligen.

7.3 Finanz- und Terminplan

Die Installation der Messpunkte und die Nullmessung sollen noch dieses Jahr vor Wintereinbruch durchgeführt werden. Im Jahr 2010 sind Messungen im Frühling, Sommer, und Herbst vorgesehen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Finanz- und Terminplan

Zeitpunkt	Vorgesehene Arbeiten	Kosten
Herbst 2009	▪ Installation Messpunkte und Anlagen ▪ Nullmessung	80'000.-
2010	▪ ¼-jährliche GPS-Messungen mit Auswertung ▪ Präzisionstachymetrie monatlich ▪ Alarmdispositiv	115'000.-

7.4 Projektbedingte Umwelteinflüsse

Einziger Eingriff in die Umwelt sind die Forstarbeiten zur Freilegung des Horizonts (GPS-Messungen). Allerdings finden diese voraussichtlich in geringem Umfang statt, zudem befindet sich der Projektperimeter in einem Gebiet, in welchem der Baumbestand durch die Rutschung ohnehin schon sehr stark in Mitleidenschaft gezogen ist.

Sonstige Einflüsse auf Boden, Luft, Gewässer und Fauna sind nicht zu erwarten.

8 Projektausführung

8.1 Zeitplan

Projektgenehmigung	Oktober 2009
Realisierung	Oktober 2009 bis September 2010

Es wird darauf hingewiesen, dass das gesamte Projektgenehmigungsverfahren sowie die Verfügbarkeit finanzieller Mittel über den genauen Projektverlauf entscheiden.

8.2 Organisatorisches

Bauherrschaft	Gemeinde Brienz/Brinauls (vgl. Bauerklärung im Anhang 4)
Projektkostenträger	Anteil Bund und Kanton: 80% Anteil TBA: 8% Bauherrschaft: 12%
Projektleitung	Amt für Wald Graubünden – Region 4 Bruno Roussette
Geologische Begleitung	CSD Ingenieure und Geologen AG, Marcel Fulde
Forstarbeiten	Örtlicher Forstbetrieb
Lieferungen	Freihändige Vergabe
Vermessungsarbeiten	Freihändige Vergabe

Chur, 28.09.2009

Projektverfasser	**Projektleiter**
Andreas Huwiler	Bruno Roussette

Anhang

- *Anhang 1: Ausschnitt aus der Landeskarte 1:25'000, Blatt 1216 – Filisur*
- *Anhang 2: Vorgesehene Lage der Messpunkte*
- *Anhang 3: Bauerklärung*

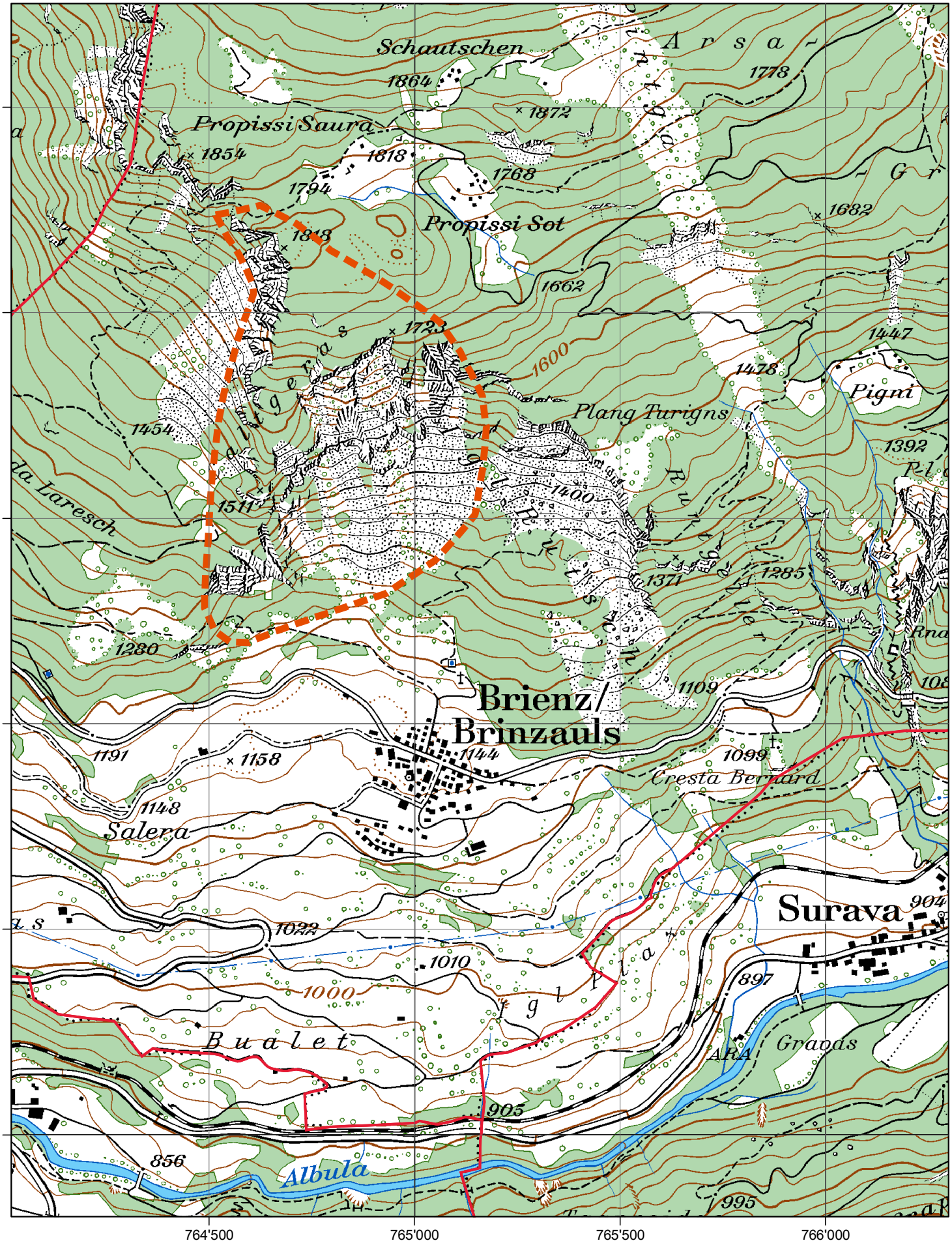
Verteiler:

- Amt für Wald GR: Schutzbauten, Martin Frei, Chur
- Amt für Wald GR: Regionalforstingenieur Bruno Roussette
- Bauherrschaft: Gemeinde Brienz/Brinzauls
- Revierforstamt Ausser Belfort
- Tiefbauamt GR: Christoph Nänni-Brun
- Amt für Wald GR: Naturgefahren, Andreas Huwiler, Chur

Amt für Wald Graubünden

Anhang 1

Massstab 1:12'000



Kartendaten: LK25 © SWISSTOPO,2009

Planherstellung AfW, 03.09.2009,st