

Vermessung Blockgletscher Val Sassa 2009



Datum: 05.11.2009

Christian Schmid
Schweizerischer Nationalpark
Abteilung Rauminformation und GIS
Chastè Planta-Wildenberg
7530 Zernez

christian.schmid@nationalpark.ch
<http://www.nationalpark.ch>

Inhaltverzeichnis

Einführung	3
Planung	3
Messequippe 2009	4
Auswertung 2009.....	4
Resultate Val Sassa 2009	5
Ausblick 2010	5

Beilage

- B1: Karte Messnetz Blockgletscher Val Sassa
- B2: Berechnungsbericht Auswertung
- B3: Resultate 2009
- B4: Verschiebungen 2006-2007 / 2007-2008 / 2006-2008 / 2006-2009

Verweise

- Alle GPS-Auswertungsunterlagen: Projektordner, Kap. 4
- Punktprotokolle/Fotos: Projektordner, Kap. 5

Vermessung Blockgletscher Val Sassa (2006-2008)

Einführung

Der Blockgletscher befindet sich im Val Sassa, ein südlich weiterführendes Tal des Val Cluozza. Er erstreckt sich über eine Länge von ca. 2.5 km in einem Höhenbereich zwischen 2100-2800 m.ü.M.

Das Projekt zur Analyse der Deformationen dieses grossen Objektes wurde im Jahr 2006 durch Chr. Schlüchter der Uni Bern neu gestartet und von Ruedi Haller, Jonathan Raper und Barbara Nägeli zusätzlich aufbereitet.

Ziel des Projekts ist einerseits die Initialisierung von Deformationsmessungen innerhalb eines geeigneten Deformationsnetzes. Das Ziel des Projekts ist es, die jährlichen Verschiebungen der einzelnen Messpunkte in einer Messreihe gegenüber zustellen und Aussagen zum Verhalten des gesamten Blockgletscher zu machen.

Wie erwähnt existieren bereits alte Messpunkte aus einer früheren, rein tachymetrischen Messerie (ab 1963). Diese sind jedoch teilweise in einem schlechten Zustand und mussten im Sommer 2006 zuerst einmal aufgefunden, neu markiert bzw. neu versichert werden. Da das Gelände sehr unwegsam und weit abgelegen (4 h Fussmarsch von Zernez !) ist und grosse Höhenunterschiede aufweist gestalten sich die Arbeiten als vermessungstechnische und logistische Herausforderung.

Es konnten in einer ersten Messequipe 2006 schliesslich 8 Punkte mit GPS im unteren Bereich des Blockgletschers eingemessen werden. Diese Messungen bilden, zusammen mit den neuen Messungen von 2007 die „Nullmessung“.

Ein Deformationsnetz besteht idealerweise aus einem, das Gebiet umgebenden, Punkterahmen. Diese Punkte, die im Idealfall lagemässig bereits genau bekannt sind, sollten sich auf möglichst stabilem Untergrund (Fels) befinden. Alle tachymetrischen Messungen innerhalb des zu überwachenden Gebiets werden bei der Auswertung auf diese Koordinaten abgestützt. Allerdings sollen auch diese Kontrollpunkte (Festpunkte) genügend kontrolliert sein und mindestens in zwei Messserien gemessen werden.

Grundlagen und weitere Informationen zu den Blockgletschern im SNP sind in der Praktikumsarbeit von Barbara Nägeli zu finden.

Planung

Die diesjährige Messequipe war auf die Ende August / Anfang September angesetzt worden. Es wurde nun zum zweiten Mal im Val Sassa das Leica GPS1200 eingesetzt. Im Vorfeld wurde der Konfigurationssatz für die Statischen Messungen leicht angepasst. Die Messzeiten pro Punkt definieren sich in der Software des GPS1200 über die Anzahl verfügbaren Satelliten:

8+	Satelliten für :	2 min
7	Satelliten für :	3 min
6	Satelliten für :	4 min
5	Satelliten für :	5 min
4	Satelliten für :	15 min

Über diese Parameter lassen sich die Messzeiten pro Punkt einfach verkürzen. Es gilt jedoch zu bemerken, dass ein Qualitätsmerkmal für die Geometriegüte hier nicht miteinberechnet wird ! Deshalb müssen die Einstellungen auf Erfahrungswerten beruhen. In einem Waldgebiet zum Beispiel oder bei konstant schlechtem GDOP-Wert können diese Einstellungen dazu führen, dass wegen der kurzen Messzeiten danach im Postprocessing keine Lösung (Phase) gefunden werden kann !

Es wird wie letztes Jahr sollen die Vermessungen an einem Tag stattfinden. Vorgesehen war der 1. September. Da noch Vermessungen von Dauerbeobachtungsflächen bei Crappa Mala anstanden wurden zwei Übernachtungen in der Cluozzahütte vorgesehen.

Je nach Fortschritt der Arbeiten sollen auch die Kontrollpunkte an den Bergflanken das 2. Mal eingemessen werden.

Messequippe 2009

Der Zivi Stefan Schläfli und CS standen diesmal im Einsatz.

Wir brachen am 01.09.2008 um 6.30 Uhr bei besten äusseren Bedingungen von der Cluozzahütte auf und konnten die Arbeiten um ca. 8.30 Uhr auf dem Blockgletscher starten. Die Arbeiten schritten sehr gut voran, was vor allem den veränderten Einstellungen des GPS1200 zu verdanken war. Die mittleren Messzeiten betragen etwa 4-5 Min.

Es konnten alle 13 Messpunkte eingemessen werden und zusätzlich noch die Kontrollpunkte 8a, 9a, 3a und 4 ! Es wurde mit dem Ministativ und Dreifuss stationiert. Bei einigen Punkten war es sinnvoll mit der Antenne direkt auf der Oberfläche zu stationieren, anstatt mit dem Stativ, um eine kleine Parallaxe (<5mm) garantieren zu können !

Auswertung 2008

Die Auswertung im Postprocessing erfolgte mit der Software *Leica Geo Office (LGO)*. Um Basislinien prozessieren zu können braucht man eine separate Lizenz. Wir konnten dafür für 2 Wochen einen Lizenz-Dongle bei Leica Geosystems mieten.

Für die differentielle Korrektur der Messungen beim Postprocessing wurde die AGNES-Station in Ardez (ARD2) als Referenzstation verwendet (swisstopo). Alle Rohdaten sind unter dem Laufwerk `Q:\prjdata\geo\blockstrom_sassa_aqua\data_pub\val_sassa` nach Messdatum sortiert zu finden. Die RINEX-Dateien entsprechen den Daten der AGNES-Station.

Für die Lage- und Höhengenaugigkeit unserer GPS-Messungen wurde ein gängiger Erfahrungswert von 13 mm bzw. 20 mm angenommen (Vermessung mit virtuellen Referenzstationen). Von unserem GPS-Gerät (*GPS1200*) ist mit „Fast-Static“ eine Lagegenauigkeit von 5mm zu erwarten. Die Höhengenaugigkeit ist beim Vermessen mit GPS meist um Faktor 1.5-2 schlechter. Zusätzlich wird die Genauigkeit der Zentrierung über dem Messpunkt in die Berechnung mit hinein gebracht.

Durch die Fehlerfortpflanzung gelangt man zuerst zum mittleren Fehler einer Lageverschiebung (13.0 mm) und dem mittleren Fehler einer Höhenverschiebung (20.1 mm). Unsere Hypothese lautete zu Beginn: „Es liegen keine Verschiebungen vor“
In der Folge wurde der t-Test für die Kontrolle von Verschiebungen durchgeführt.

Es wurde ein Vertrauensintervall von 99% gewählt. Der errechnete mittlere Fehler wird dabei mit einem entsprechenden Parameter ($k=2.57$) multipliziert. Das Resultat ist nun das eigentliche Vertrauensintervall (-34mm bis +34mm) für die Differenz zweier Koordinaten. Dieses Jahr wurde darauf verzichtet einige Punkte redundant zu vermessen.
Siehe dazu *Beilage B4*.

Resultate Val Sassa 2009

Statistische Beurteilung der Verschiebungen (Beilage B3 und B4)

- Genauigkeit Basislinien: Der Mittlere Fehler einer einmal gemessene Koordinate liegt in der Lage im Bereich von 3 mm, in der Höhe bei 4 mm.
- Dies ergibt in der Lage einen mittleren Punktfehler von etwa 5 mm.
- Die Verschiebungen der Punkte 17, 18, 22, 26, 28 und 31 konnten bestätigt werden. Zusätzlich zeigen sich Verschiebungen bei den Punkten 16, 19a und 29a (erst das 2. Mal vermessen). Hingegen konnten die Verschiebungen der Punkte 20 und 25 in diesem Jahr nicht bestätigt werden.
Die „Eigendynamik“ des Punkts 26 wird bestätigt: 13.6 cm/Jahr !
- Vergleicht man die Lageverschiebungen der einzelnen Jahre so stellt man eine gewisse Konstanz fest (Mittelwerte): 2006/2007: 4.1 cm, 2007/2008: 6.2 cm, 2008/2009: 5.6 cm. Bei den absolut Verschiebungen zeigt sich folgendes Bild (Mittelwerte): 2006/2008: 8.4 cm, 2006/2009: 10.2 cm. Dies zeigt, dass die Verschiebungen über den ganzen Blockgletscher betrachtet nicht sehr gerichtet ablaufen – dies zeigt sich auch gut bei den einzelnen Vektoren (Azimut).
- In der Höhe haben sich die Punkte 26 und 31 noch signifikant weiter gesenkt.
- Auffällig und erstaunlich ist die Hebung der Punkte 30, 19a und 20a um bis zu 9.9 cm.

Fazit

Die jährlichen Verschiebungen und deren Richtung laufen im Grossen und Ganzen im erwarteten Bereich ab. Allerdings gibt es weiterhin einige Fragezeichen.

Punkt 26, der sich auf einem grossen Felsblock befindet, scheint sich tatsächlich in der Grössenordnung von etwa 12-13 cm/Jahr in Richtung NNO zu verschieben. Auch hat sich der Punkt in der Höhe jährlich um etwa 13 cm gesenkt. Auch scheint die Bewegung klar in eine Richtung abzulaufen. Bei Punkt 22 zeigt sich ein ähnliches Verhalten, jedoch weniger deutlich.

Ganz anders verhält sich das bei den restlichen Punkten wo die Verschiebungen nur sehr knapp signifikant sind und man deshalb im Moment davon ausgehen kann, dass sich der Blockgletscher in den meisten Regionen kaum noch bewegt.

Die Kontrollpunkte 4, 8a und 9a weisen leicht-signifikante Verschiebungen auf (2007/2009). Einzig der Kontrollpunkt 3a scheint sich auf einigermaßen stabilen Untergrund zu befinden. Eine 3. Messung der Punkte sollte abschliessend zeigen, ob man den richtigen Untergrund gewählt für hat ! Momentan können systematische Fehler noch nicht ganz ausgeschlossen werden.

Ausblick 2010

Nächstes Jahr muss wiederum versucht werden Kontrollpunkte zu vermessen. Angesichts der neuen Erkenntnisse ist es nötig, die Punkte 3a, 4, 8a und 9a ein 3. Mal zu vermessen.

Es muss sich auch grundsätzlich überlegt werden, wie man die kleinflächigen, komplexen Vorgänge am und vor allem im Blockgletscher Val Sassa messtechnisch besser in den Griff bekommen kann in der Zukunft. Eine Möglichkeit wäre, dass man die Vermessung immer zum gleichen Zeitpunkt im Jahr (z.B. Ende August) durchführt.

Vermessung Blockgletscher Val da l'Acqua 2009



Datum: 05.11.2009

Christian Schmid
Schweizerischer Nationalpark
Bereich Rauminformation
Chastè Planta-Wildenberg
7530 Zernez

christian.schmid@nationalpark.ch
<http://www.nationalpark.ch>

Inhaltverzeichnis

Einführung	3
Planung	3
Messequippe 2009	4
Auswertung 2009.....	4
Resultate Val da l'Acqua 2009	5
Ausblick 2009	5

Beilage

- B1: Karte Blockgletscher Val da l'Acqua
- B2: Berechnungsbericht Auswertung
- B3: Resultate 2009
- B4: Verschiebungen 2007-2009 / 2007-2009

Verweise

- Alle Auswertungsunterlagen: Projektordner, Kap. 4
- Punktprotokolle/Fotos: Projektordner, Kap. 3 und 5
- Praktikumsbericht von B.Nägeli 2007

Vermessung Blockgletscher Val da l'Acqua 2009

Einführung

Der Blockgletscher befindet sich im Val da l'Acqua, ein kleines Seitental auf der orographisch linken Seite des Spöltals. Er erstreckt sich über eine Länge von ca. 2.2 km in einem Höhenbereich zwischen 2200-2800 m.ü.M.

Das Projekt zur Analyse der Deformationen dieses grossen Objektes wurde letztes Jahr durch Chr. Schlüchter der Uni Bern neu initiiert und von Ruedi Haller, Jonathan Raper und Barbara Nägeli dieses Frühjahr zusätzlich aufbereitet.

Ziel des Projekts ist einerseits die Initialisierung von Deformationsmessungen innerhalb eines geeigneten Deformationsnetzes. Da kaum noch bestehende Vermessungspunkte vorhanden sind, muss ein neues Messnetz konzipiert werden.

Das Ziel des Projekts ist es, die jährlichen Verschiebungen der einzelnen Messpunkte in einer Messreihe gegenüberzustellen und Aussagen zum Verhalten des gesamten Blockgletschers zu machen.

Das Gebiet ist schwer zugänglich (3 h Fussmarsch) von Punt la Drossa über Punt Periv auf den Wanderwegen und danach dem Talgrund des Val da l'Acqua folgend. Mit Vorteil wird die orographisch rechte Talseite für Auf- und Abstieg benutzt. Der Zustieg über Murtarous wird nicht empfohlen (Hangneigung über 30 Grad!).

Im Gegensatz zur Val Sassa soll nur der unterste Teil des Blockgletschers (ca. letzte 150 m) überwacht werden. Es ist dabei vor allem die Bewegung der Stirn von Interesse. Darüber hinaus werden weitere Messpunkte systematisch über den Blockgletscher verteilt.

Ein Deformationsnetz besteht idealerweise aus einem, das Gebiet umgebenden, Punkterahmen. Diese Punkte, die im Idealfall lagemässig bereits genau bekannt sind, sollten sich auf möglichst stabilem Untergrund (Fels) befinden. Falls vorhanden werden alle tachymetrischen Messungen innerhalb des zu überwachenden Gebiets bei der Auswertung auf diese Koordinaten abgestützt. Allerdings sollen auch diese Kontrollpunkte (Festpunkte) genügend kontrolliert sein und mindestens in zwei Messserien gemessen werden.

Aufgrund des Luftbildvergleichs von B.Nägeli (1963/1973/2000) in Ihrem Praktikum 2007 im SNP ist eine jährliche Deformation des Blockgletschers je nach Lage von bis gegen 50 cm/Jahr zu erwarten. Grundlagen zu den beiden grossen Blockgletschern im SNP sind im Praktikumbericht von B.Nägeli (2007) zu finden.

Planung

Die Messequipe wurde nach einigen Verschiebungen auf den 7.10.2009 angesetzt. Die Arbeiten sollten an 1 Tag über die Bühne gehen können (22 Messpunkte). Es sollten zusätzlich noch mindestens 2 Festpunkte vermessen werden um unsere Messungen auf dem Blockgletscher qualitativ auch abstützen zu können. Falls noch Zeit zur Verfügung wäre, könnten weitere Festpunkte eingemessen werden. Ziel der nächsten Jahre ist, dass alle Festpunkte kontrolliert sind!

Dieses Jahr soll erneut das Leica GPS1200 eingesetzt werden und es wird wie bis anhin statisch in einer Session vermessen. RTK hat sich in solch abgelegenen Gebieten als unzuverlässig erwiesen (Mobilfunkabdeckung).

Messequipe 2009

Die Messequipe fand am 7.10.2009 bei besten äusseren Bedingungen statt. Beteiligt waren Dominik Affolter und Christian Schmid. Zur Stationierung wurden, wo dies möglich war, die Ministative verwendet. Im Jahr zuvor war ja aus Zeitgründen mit der Antenne direkt auf dem Punkt vermessen worden.

Alle 22 Messpunkte und drei Festpunkte konnten erfolgreich vermessen werden. Eine wesentlich Zeiterparnis gegenüber. Redundante Messungen konnten erneut nicht mehr ausgeführt werden.

Auswertung 2009

Die Auswertung im Postprocessing erfolgte mit der neuen Software *Leica Geo Office (LGO)*. Um Basislinien pozessieren zu können braucht man eine separate Lizenz. Wir konnten dafür für 2 Wochen einen Lizenz-Dongle bei Leica Geosystems mieten.

mit der. Die Auswertungen wurden in CH1903+ (LV95) durchgeführt.

Für die differentielle Korrektur der Messungen beim Postprocessing wurde die AGNES-Station in Ardez (ARD2) als Referenzstation verwendet (swisstopo). Alle Rohdaten sind unter dem Laufwerk `Q:\prjdata\geo\blockstrom_sassa_aqua\data_pub\val_acqua` nach Messdatum sortiert zu finden. Die RINEX-Dateien entsprechen den Daten der AGNES-Station.

Für die Lage- und Höhengenaugigkeit unserer GPS-Messungen wurde ein gängiger Erfahrungswert von 13 mm bzw. 20 mm angenommen (Vermessung mit virtuellen Referenzstationen). Von unserem GPS-Gerät (*GPS1200*) ist eine Lagegenauigkeit von 5mm zu erwarten. Die Höhengenaugigkeit ist beim Vermessen mit GPS meist um Faktor 1.5-2 schlechter. Zusätzlich wird die Genauigkeit der Zentrierung über dem Messpunkt in die Berechnung mit hinein gebracht.

Durch die Fehlerfortpflanzung gelangt man zuerst zum mittleren Fehler einer Lageverschiebung (13.0 mm) und dem mittleren Fehler einer Höhenverschiebung (20.1 mm). Unsere Hypothese lautete zu Beginn: „Es liegen keine Verschiebungen vor“
In der Folge wurde der t-Test für die Kontrolle von Verschiebungen durchgeführt.

Es wurde ein Vertrauensintervall von 99% gewählt. Der errechnete mittlere Fehler wird dabei mit einem entsprechenden Parameter ($k=2.57$) multipliziert. Das Resultat ist nun das eigentliche Vertrauensintervall (-34mm bis +34mm) für die Differenz zweier Koordinaten. Nur die Punkte 18 und 20 wurden durch eine zweite unabhängige Messung kontrolliert. Siehe dazu *Beilage B3 und B4*.

Wie bereits angetönt konnte kein Punkt durch eine zweite, unabhängige Messung kontrolliert werden. Deshalb fehlen nachfolgend auch die entsprechenden Genauigkeitsangaben. Eine gewisse Aussage kann aber durch den Koordinatenvergleich der Festpunkte 2007/2009 gemacht werden. Siehe dazu *Beilage B4*.

Resultate Val da l'Acqua 2009

Statistische Beurteilung der Verschiebungen

- Die Festpunkte 4,5,6 sind tatsächlich Festpunkte.
- Die Basisliniengenauigkeit (innere Genauigkeit) liegt im Bereich von 6 mm in der Lage und 5 mm in der Höhe.
- Alle Punkte ausser 34 haben sich lagemässig verschoben. Die mittlere 2D-Verschiebung beträgt 56.1 cm
- In der Höhe haben sich diese Punkte ebenfalls gesenkt, der Durchschnitt liegt bei 15.2 cm.
- Die 2D-Verschiebungsvektoren korrelieren recht gut mit der Geländeneigung im Val da l'Acqua

Fazit

Die jährlichen Verschiebungen und deren Richtung laufen im erwarteten Bereich ab. Ausser bei den Punkten Nr. 20, 23, 34 und 35 sind sie ansonsten deutlich signifikant.

Nachgewiesen wurden Lageverschiebungen von 4 - 82 cm. Der Mittelwert beträgt dabei 56.1 cm. In der Arbeit von Barbara Nägeli 2007 wurde eine Verschiebung von 50 cm / Jahr errechnet ! In der Höhe betragen die Senkungen 10.2 – 29.7 cm. Ausnahme bilden die genannten 4 Punkten.

Die Anlage des Messnetzes scheint die Bewegungen gut detektieren zu können. Die Verschiebungsgrössen sind allgemein eher homogen. Die Punkte Nr. 20, 23, 34 und 35 befinden sich an den seitlichen Rändern des Blockgletschers, die so etwas wie eine Seitenmoräne bilden. Es scheint plausibel, dass sich diese Bereiche weniger stark bewegen.

Sehr erfreulich ist die Tatsache, dass sich alle Festpunkte auch wirklich „Festpunkte“ nennen dürfen. Somit lassen sich zukünftig systematische Fehler in den Messungen leichter aufdecken und die Zuverlässigkeit der gemessenen Koordinaten erhöht sich.

Ausblick 2010

Es soll nun auch in den nächsten Jahren immer mindestens ein Festpunkten vermessen werden um die Zuverlässigkeit zu erhöhen.

Weiterhin gilt die Bestrebung, auf den Punkten jedes Jahr genau gleich zu stationieren. Dies kann systematische Fehler zusätzlich ausschalten.



Abb.: Auf der Oberfläche zeigt sich an einigen Orten deutlich, wie sich die Stein- und Kiesmassen vorwärts schieben. Leider fehlt uns hier das Bild vom Vorjahr, da befand sich dieses Zwergstrauch-Polster noch in der Horizontalen (Verschiebungen lokal bis 89 cm/Jahr detektiert) !