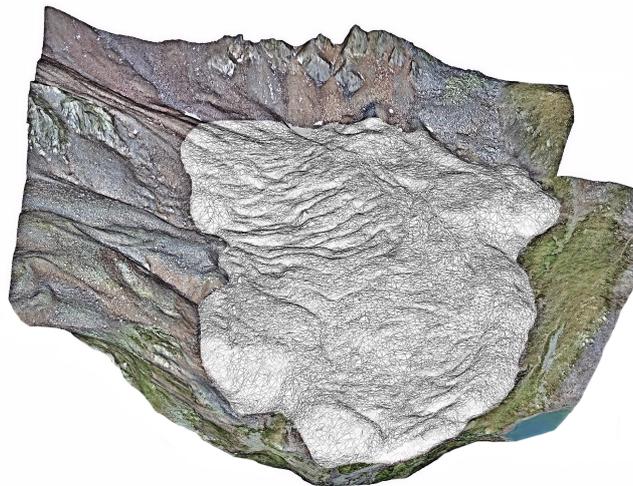


Bachelor-Thesis 2017

Blockgletscher Macun – Dritte Folgemessung



Autoren: **Dario Derungs**
 Markus Tischhauser

Examinator: **Prof. Dr. Reinhard Gottwald**

Experte: **Dr. Ruedi Haller**

Blockgletscher Macun – Dritte Folgemessung

Der Blockgletscher Macun im Schweizerischen Nationalpark wird bereits seit 1965 von der Universität Karlsruhe durch Bewegungsmessungen überwacht. Da dies nur punktuelle Messdaten sind, wird der Blockgletscher seit 2010 mit terrestrischem Laserscanning und photogrammetrisch mit einer Drohne durch das IVGI erfasst. Im Zentrum dieser Bachelor-Thesis stand die Durchführung der dritten Folgemessung des Blockgletschers. Die Resultate wurden mit jenen der zweiten Folgemessung aus dem Jahre 2015 verglichen, wobei der Analyse des Wurzel- und Fussbereiches des Gletschers ein besonderes Augenmerk galt.

Schlagworte: Blockgletscher, Schweizerischer Nationalpark (SNP), dritte Folgemessung, GNSS, terrestrisches Laserscanning (TLS), Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Deformationsanalyse

1. Blockgletscher

Ein Blockgletscher ist eine eisdurchdrungene Schutt- und Geröllmasse. Diese verformt sich über längere Zeit mit konstanter Geschwindigkeit. Der Blockgletscher Macun befindet sich im Schweizerischen Nationalpark zwischen Zernez und Lavin auf einer mittleren Höhe von 2700 m ü. M und hat eine Ausdehnung von etwa 600 x 300 m.

2. Feldaufnahmen

Auch der Blockgletscher Macun bewegt und verformt sich. Deshalb wurde im Rahmen dieser Bachelor-Thesis die dritte Folgemessung während einer Messwoche durchgeführt. Der Blockgletscher wurde mittels TLS und UAV komplett erfasst. Als Basis für die Aufnahmen wurde ein aus elf Festpunkten bestehendes Grundlagenetz (siehe Abb. 2) anhand kurzstatischer GNSS-Aufnahmen neu bestimmt.

- GNSS-Aufnahmen mit Leica Viva GS14 & CS15 für das Grundlagenetz und die Kontrollpunkte
- TLS-Aufnahmen mit dem Riegl VZ-4000 für die Blockgletscheroberfläche
- UAV-Aufnahmen mit der eBee von senseFly für die Blockgletscheroberfläche



Abb. 1 In der Messkampagne eingesetzte Sensoren v. l. n. r.: GS14, CS15, VZ-4000 und eBee

3. Auswertung

Die Basislinien der GNSS-Messungen wurden im Post Processing mit Leica Infinity berechnet und die resultierenden Koordinaten mit LTOP/VERATOP ausgeglichen.

Mit der Software RiSCAN konnten die Scans über ihre Punktwolken registriert werden. Anschliessend wurden sie mit 3DReshaper zu dreidimensionalen Modellen weiterverarbeitet, damit sie mit denen aus dem Jahre 2015 verglichen werden konnten. Die Datenmenge von einer halben Milliarde Punkten brachte die Rechner, trotz starker Ausdünnung der Punktwolke, an ihre Leistungsgrenzen. Es wurde klar, dass die volle Auflösung nicht in das 3D-Modell übernommen werden konnte.

Für die Prozessierung der Drohnenaufnahmen wurde Postflight Terra 3D verwendet. Damit konnten innert kurzer Zeit ein Oberflächenmodell sowie ein Orthophoto generiert werden. Da das Modell nur vereinfacht und nicht georeferenziert war, musste mit 3DReshaper ein neues erstellt werden. Im gleichen Zug wurde die Textur des Orthophotos auf das 3D-Modell projiziert.

Zur Prüfung eines allfälligen Einflusses von Temperatur und Niederschlagsmengen auf das Verhalten des Blockgletschers wurden Meteodaten der letzten 25 Jahren von drei umliegenden Wetterstationen ausgewertet. Diese zeigten jedoch nur einen minimalen Temperaturanstieg sowie eine geringe Zunahme der maximalen Schneehöhe. Leider konnten daraus keine spezifischen Erkenntnisse gezogen werden. Es kann lediglich vermutet werden, dass eine gewisse, bereits vermutete, Korrelation zwischen Veränderungen am Blockgletscher und Temperatur oder Niederschlagsmenge besteht.

4. Vergleich 2015 – 2017

Verschiebungs- und Bewegungsanalyse

Durch die kurzstatischen GNSS-Messungen der Kontrollpunkte konnte eine Verschiebungsanalyse durchgeführt werden. Dazu wurden Verschiebungsvektoren dieser Punkte bestimmt und in einem Plan (siehe Abb. 2) eingezeichnet. Sie zeigen alle in die Fliessrichtung des Blockgletschers und deuten auf eine generelle Absenkung hin. Beinahe alle Fest- und Kontrollpunkte weisen eine signifikante Verschiebung ($S=95\%$) in Lage und Höhe gegenüber 2015 auf. Auf dem Blockgletscher wurde die grösste Bewegung beim Punkt KP03 mit 1.2 m (Lage) und -0.3 m (Höhe) registriert. Am meisten verschoben hat sich hingegen der Festpunkt FP1006, welcher sich auf der östlich angrenzenden Geröllhalde abseits des Blockgletschers befindet (Lage: 1.4 m, Höhe: -0.9 m).

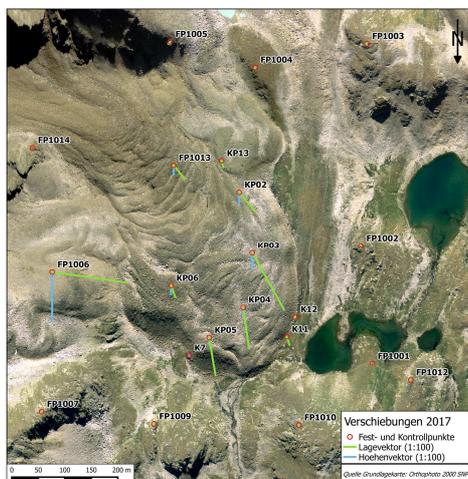


Abb. 2 Grundlagenetz mit Verschiebungsvektoren

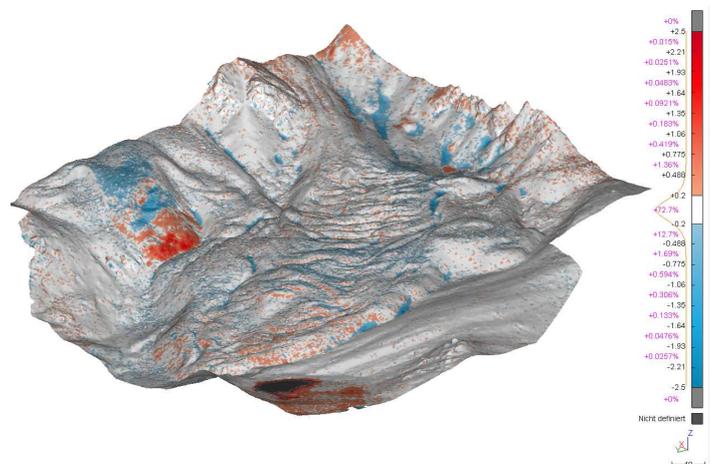


Abb. 3 3D-Vergleich der UAV-Modelle

Die Abbildung 3 stellt den dreidimensionalen Vergleich der mittels UAV generierten Oberflächenmodelle dar. Auffallend ist die Bewegung der bereits erwähnten Geröllhalde. Darin wurden Verschiebungen von bis zu 1.5 m in der Lage und -1.5 m in der Höhe gemessen. Es zeigt sich, dass etwa 70 % der Veränderungen innerhalb von ± 0.2 m liegen.

Analyse des Wurzel- und Fussbereiches

Dieser Vergleich der beiden TLS-Modelle zeigt deutlich, wie sich die Wurzel des Blockgletschers in den letzten zwei Jahren über einen Meter abgesenkt hat, während sich der Gletscherfuss um bis zu einem halben Meter nach vorne geschoben hat.

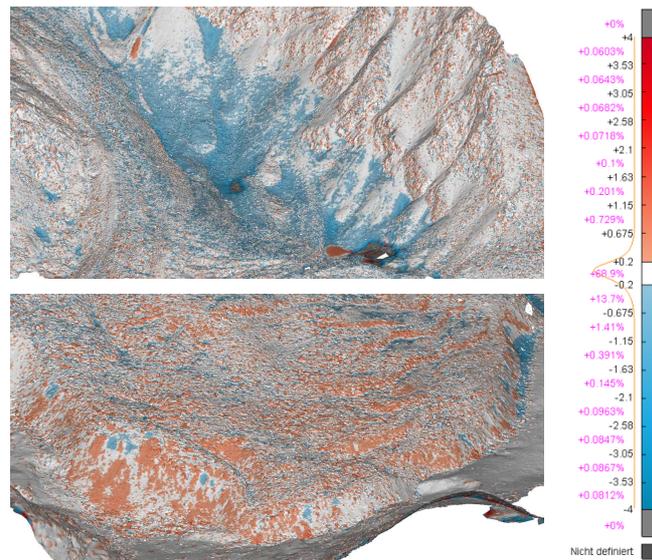


Abb. 4 Deformationen im Wurzel- und Fussbereich

5. Fazit

Die Deformationsanalysen zeigen signifikante Bewegungen in Fließrichtung sowie eine Absenkung des Blockgletschers und seiner Umgebung. Aus den Meteodaten konnte der klimatisch bedingte Einfluss auf das Verhalten des Blockgletschers jedoch nicht eindeutig bewiesen werden.

Es stellte sich heraus, dass der Aufwand für die TLS-Aufnahmen (Scandauer von bis zu 1 Std. pro Station inkl. Fotos) sowie deren Auswertung unverhältnismässig gross war. Die Drohnenbefliegung dauerte hingegen nur eine gute halbe Stunde und lieferte vergleichbare Resultate. Für künftige Folgemessungen wird deshalb empfohlen, den ganzen Blockgletscher nur noch mit UAV zu erfassen, wobei für genauere Detailaufnahmen des Wurzel- und Fussbereiches TLS trotzdem besser geeignet ist.

Autoren:	Dario Derungs	darioderungs@hotmail.com
	Markus Tischhauser	markus_tischhauser@hotmail.com
Examinator:	Prof. Dr. Reinhard Gottwald	reinhard.gottwald@fhnw.ch
Experte:	Dr. Ruedi Haller	rhaller@nationalpark.ch