

Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und
Landmanagement

Band: 108 (2010)

Heft: 6

Artikel: Bestimmung der Fliessgeschwindigkeiten von Blockgletschern

Autor: Mautz, Rainer / Grimm, David / Limpach, Philippe

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-236690>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bestimmung der Fließgeschwindigkeiten von Blockgletschern

Angesichts der aktuellen Klimadiskussion ist es in verstärkter Masse notwendig, die Klimaindikatoren besser zu verstehen. Ein solcher Indikator stellen die Blockgletscher dar, deren Abschmelzraten und Fließgeschwindigkeiten in einem multikausalen Zusammenhang stehen. Die Geomatik kann hierbei, durch die raum-zeitliche Bestimmung der Oberflächengeschwindigkeiten, ihren Beitrag leisten. In diesem Artikel werden zwei permanente Messsysteme – GNSS und automatisierter Tachymeter – vorgestellt und miteinander verglichen. Beide Systeme sind in der Lage, die hochfrequenten Änderungen der Fließgeschwindigkeiten, wie z.B. den Tagesgang zu erfassen.

Au vu de l'actuelle discussion de la problématique climatique il est nécessaire, dans une mesure accrue de mieux comprendre les indicateurs climatiques. Un de ces indicateurs sont les glaciers blocs dont les quotes-parts de fonte et les vitesses d'écoulement ont un lien multicausal. La géomatique peut contribuer à éclaircir ce contexte en définissant dans l'espace et le temps les vitesses en surface. Dans cet article deux systèmes de mesures permanentes – GNSS et tachymètre automatisé – sont présentés et comparés. Les deux systèmes sont en mesure de capter les variations à hautes fréquences des vitesses d'écoulement comme par exemple les amplitudes journalières.

Visto l'attuale dibattito sul clima, è sempre più necessario riuscire a capire bene gli indicatori climatici. Uno di questi indicatori è costituito dai ghiacciai rocciosi, le cui percentuali di scioglimento e velocità di scorrimento hanno una correlazione multicausale. Al riguardo, la geomatica può fornire un suo contributo, grazie alla determinazione spazio-temporale delle velocità delle superfici. In quest'articolo si presentano e mettono a confronto due strumenti permanenti di misurazione: il GNSS e il tachimetro automatico. Ambedue i sistemi sono in grado di rilevare le mutazioni ad alta frequenza della velocità di scorrimento, come, p.es., l'andamento diurno.

R. Mautz, D. Grimm, Ph. Limpach, S. Tilch, A. Geiger

1. Einführung

1.1 Blockgletscher

Blockgletscher sind keine Gletscher im eigentlichen Sinn. Vielmehr handelt es sich um eisdurchdrungene Schuttmassen, die sich oberhalb der Permafrostgrenze träge talabwärts bewegen. Dabei häufen sich an der Gletscherfront Geröllmassen an, die Murgänge auslösen und daher eine Gefahr für Siedlungen und Infrastruktur bilden können.

Hinsichtlich der Bewegung der Blockgletscher ist eine Einteilung in aktive und inaktive, bzw. relikte Formen zweckmässig.

Inaktive Blockgletscher zeigen kein Fließverhalten mehr, auch wenn sie noch Eis enthalten. Bei relikten Blockgletschern ist sogar jegliches Eis ausgeschmolzen. Die aktive Form zeigt typische Geschwindigkeiten von einigen Zentimetern bis einigen Metern pro Jahr, also eine Magnitude niedriger als die Fließgeschwindigkeit von durchschnittlichen Eis-Gletschern. Eine detaillierte Betrachtung von Blockgletschern, die den Stand der heutigen Kenntnis widerspiegelt, ist in der Dissertation von Frauenfelder (2005) zu finden. Gesichert ist ein Zusammenhang zwischen der maximalen, gemessenen Oberflächengeschwindigkeit und der mittleren jährlichen Lufttemperatur an der Blockgletscherfront (als Näherung für die Eis-temperatur). Frauenfelder & Roer (2007)



Abb. 1: Markierter Aufnahmepunkt auf einem grösseren Block im Dirru-Blockgletscher.

zeigen, dass der Betrag der Fließgeschwindigkeit bei Aufwärmung an die Null-Grad-Grenze stark zunimmt.

Durch den Temperaturanstieg in den letzten Jahren hat sich der Materialtransport beschleunigt und die Bedrohung von Menschen und Sachwerten in den Tälern erhöht. Die Fließbewegung eines Blockgletschers hängt neben der Temperatur auch von den Faktoren Relief, Geologie, Dauer und Mächtigkeit der Schneedecke sowie der Hydrologie ab, deren Zusammenhänge nicht abschliessend verstanden sind. In diesem komplexen Zusammenhang ist die wichtige Frage, wie die Blockgletscher auf die Temperaturerhöhungen reagieren, nicht einfach zu beantworten. Die Antwort ist bedeutsam für eine geeignete Gefahrenprävention.

1.2 Monitoring von Blockgletschern

Um die Blockgletscherdynamik zu erfassen, werden Geschwindigkeitsvektoren von ausgesuchten Felsblöcken an der Oberfläche des Blockgletschers beobachtet (siehe Abb. 1).

Die Beschränkung auf wenige diskrete Punkte ist durch die eingesetzten Messverfahren und letztendlich durch das Budget einer Messkampagne bedingt. Für ein Monitoring kommen neben den klassischen geodätischen Einzelpunktverfahren Tachymetrie (Totalstation) und GNSS (Globales Navigationssatellitensystem, z.B. GPS) auch Flächen abtastende Verfahren infrage. Mit der Generierung digitaler Geländemodelle aus Luftbildauf-

nahmen (Kääb & Vollmer 2000) lassen sich relative Sub-Dezimeter-Genauigkeiten erreichen. Favey (2001) und Baltasvias et al. (2001) erreichten Sub-Meter Genauigkeiten bei der Auswertung von Airborne-Laserscanner-Daten. Mit terrestrischem Laserscanning (Rub 2007) lassen sich höhere Genauigkeiten erzielen, jedoch ist deren Einsatz räumlich begrenzt. Delaloye et al. (2007) nutzen ERS-1/2 Radarinterferometrie (InSAR) Daten. Dabei stellte sich die Mehrdeutigkeit der Phasenlage in den Differenzbildern als problematisch heraus. Die Schwachpunkte bei den flächenhaften Verfahren sind die räumliche Auflösung sowie die Lagezuordnung der Daten.

Bei allen genannten Verfahren ist zu betonen, dass lediglich Oberflächengeschwindigkeiten erfasst werden können. Bislang wurden die genannten Instrumente epochal eingesetzt, d.h. in Form von jährlichen oder halbjährlichen Kampagnen. Mit epochalen Aufnahmen lassen sich die langjährigen Verschiebungen und deren Veränderungen bestimmen. Damm & Langer (2005) untersuchten in einer Langzeitstudie die Veränderung der Fliessbewegungen von Blockgletschern. Delaloye et al. (2008) bestimmten die mittleren Horizontalgeschwindigkeiten aufgrund von jährlichen und halbjährlichen GPS-Beobachtungen und versuchen dabei auch saisonale Variation zu erfassen. Von wissenschaftlicher Relevanz sind jedoch gerade die hochfrequenten raumzeitlichen Schwankungen. So möchte man beispielsweise die Verzögerung zwischen dem Temperaturverlauf und der Fliessgeschwindigkeit ermitteln.

Um die kurzzeitigen geophysikalischen Zusammenhänge zu erfassen, wurden in dieser Studie permanente Messverfahren eingesetzt. Der Begriff «permanent» bezieht sich dabei auf die feste Installation des Messsystems – die Abtastung des Signals erfolgt weiterhin diskret, jedoch hochfrequent.

Beispielhaft wurde wegen seiner hohen Fliessgeschwindigkeit der Dirru-Blockgletscher auf der Ostseite des Mattertals für die Permanentmessungen ausgewählt. Bislang wurden am Dirru-Block-

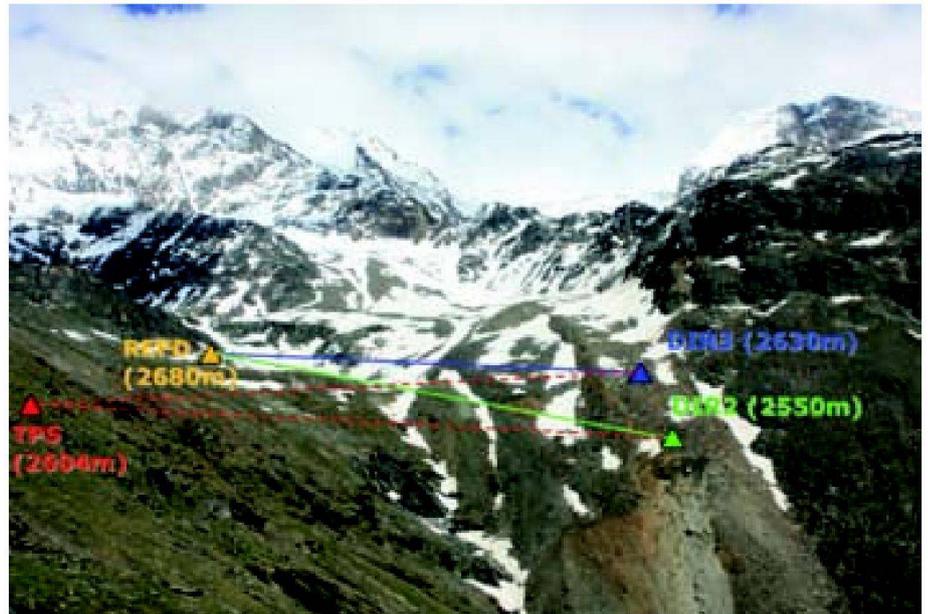


Abb. 2: Messanlage am Dirru-Blockgletscher. Die GNSS-Referenzstation (REFD) und die Totalstation (TPS) befinden sich ausserhalb, und zwei ausgewählte Beobachtungspunkte (DIR2, DIR3) innerhalb des Rutschgebietes.

gletscher epochale GPS-Messungen entlang mehrerer Quer- und Längsprofile im jährlichen oder halbjährlichen Abstand durchgeführt (Delaloye et al. (2007). Auf diese Weise konnten zwar die langjährigen Bewegungen von bis zu 8 m a^{-1} ermittelt werden, jedoch nicht die jahreszeitlichen Schwankungen und wetterbedingten Abhängigkeiten.

2. Permanentes Monitoring

Im Rahmen eines geodätischen Projektkurses der ETH Zürich wurde ein Pilotprojekt durchgeführt, das die Durchführbarkeit, den Aufwand und die erreichbaren Genauigkeiten des permanenten Monitorings der obengenannten Permafrostphänomene untersucht.

2.1 Anlage der Systeme

Zum Einsatz kamen zwei unabhängige Messsysteme, die sich aufgrund ihrer festen Installierbarkeit hinsichtlich eines langjährigen Monitorings eignen: zum einen ein Netzwerk aus kostengünstigen Einfrequenz-GPS-Empfängern und zum anderen eine automatisierte, motorisierte Totalstation, von der aus verschiedene

Prismen auf dem Blockgletscher beobachtet wurden. Die Totalstation sowie die Referenzstation des GPS-Netzes lagen ausserhalb des sich bewegenden Gebietes, während die Prismen und die übrigen GPS-Empfänger zwecks Vergleichs nebeneinander auf grosse Gesteinskörper auf dem Blockgletscher befestigt wurden. Das Überwachungsgebiet liegt in einer Höhe zwischen 2500 m und 2700 m bei einer Breite von etwa 100 m und einer Länge von 1 km. Abbildung 2 zeigt den Dirru-Blockgletscher und die Lage ausgewählter Messpunkte.



Abb. 3: GPS-Permanentstation am unteren Rand des Blockgletschers. Der Koffer beinhaltet den GPS-Empfänger, einen Datenlogger und eine Solarbatterie mit Laderegler. Rechts neben dem Solarpanel befindet sich die GPS-Antenne.



Abb. 4: Automatisierte Totalstation im temporären Schutzstand auf festem Untergrund seitlich des Dirru-Blockgletschers.

2.2 GNSS

Drei GPS-Empfänger wurden im Dirru-Gebiet permanent installiert. Die verwendeten μ -blox L1-Empfänger sind kostengünstig und eignen sich daher auch für den Einsatz in grösseren Stückzahlen. Bei der vorliegenden Messanordnung dient ein Empfänger als Referenz ausserhalb des sich bewegenden Gebietes, die anderen zwei befinden sich auf dem Blockgletscher (siehe Abb. 2). Die Basislinien des GPS-Netzes sind zwischen 280 und

360 m lang. Jede Station umfasst neben dem GPS-Empfänger eine μ -blox GPS-Patch-Antenne, einen Datenlogger, Batterie und Solarpanel (siehe Abb. 3). Wird die Stromversorgung temporär unterbrochen, z.B. durch Schneebedeckung der Solarzellen, reagiert das System völlig autark und nimmt bei erneuter Energieversorgung den Messbetrieb automatisch wieder auf.

Der C/A Code, die L1-Trägerphase und die Doppler-Daten werden mit einer Aufzeichnungsrate von 1 Hz aufgezeichnet. Die GPS-Daten wurden mit der Bernese GPS-Software kinematisch ausgewertet, beruhend auf dem Prinzip der differenziellen Phasenauswertung.

2.3 Totalstation

Die Totalstation (siehe Abb. 4) wurde im stabilen Gelände seitlich des Blockgletschers für eine Zeitdauer von einer Woche eingerichtet. Beobachtet wurden 17 Miniprismen (siehe Abb. 5), die in einem Längsprofil und zwei Querprofilen im unteren Teil des Dirru-Gletschers angelegt wurden. Am Standort der Totalstation



Abb. 5: Minipisma auf einem grossen Gesteinsblock auf dem Dirru-Blockgletscher.

wurden die Temperatur und der Luftdruck aufgezeichnet. Zusätzlich wurden drei Prismen auf stabilem Grund eingerichtet, um die Orientierung der Station und den Massstab für die atmosphärische Korrektur der Streckenmessungen für jeden Halbsatz unabhängig bestimmen zu können. Die Anlage der Referenzpunkte erfolgte derart, dass die gemessenen Raumstrecken zu den Referenzprismen möglichst den atmosphärischen Bedingungen aller übrigen Messungen entsprechen. Die Einmessung der Referenzprismen erfolgte mittels zwei statischen differen-

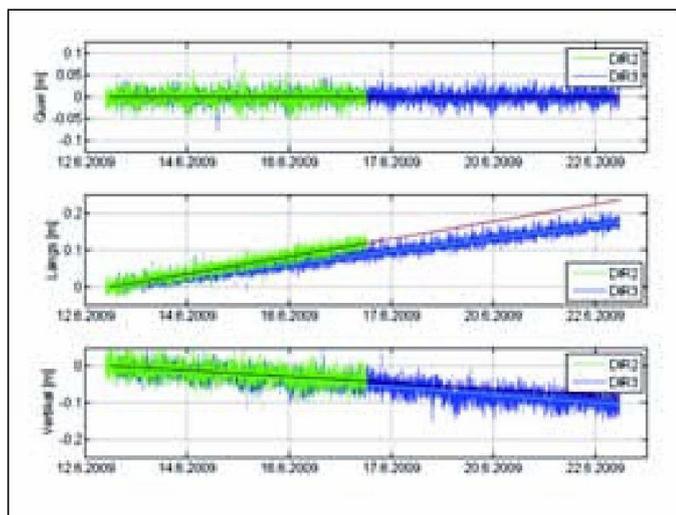


Abb. 6: Verschiebung der GPS-Stationen DIR2 (grün) und DIR3 (blau) während eines Zeitraumes von zehn Tagen, in horizontaler Querrichtung (oben), horizontaler Längsrichtung (mitte) und Höhe (unten). Die Daten sind ungefiltert. Die Datenlücke von DIR2 in der zweiten Hälfte ist auf eine defekte Speicherkarte zurückzuführen.

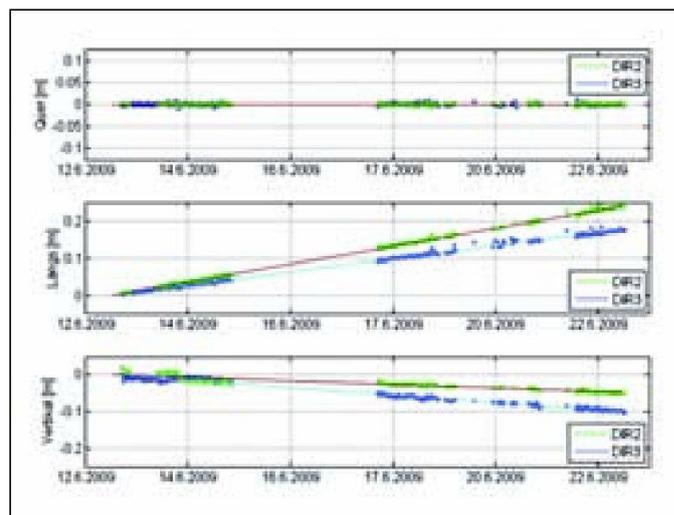


Abb. 7: Verschiebung der TPS-Prismen bei den Stationen DIR2 (grün) und DIR3 (blau) während eines Zeitraumes von zehn Tagen (identisch zu Abb. 6), in horizontaler Querrichtung (oben), horizontaler Längsrichtung (mitte) und Höhe (unten). Der Höhenversatz bei DIR2 stammt von einer Änderung am Prisma. Die dargestellten Daten sind ungefiltert. Die Beobachtungslücken sind auf mangelnde Sicht (Nebel) und Elimination von Ausreissern zurückzuführen.

	GPS	Totalstation
Aufzeichnungsintervall	1 s	20 min
Standardabweichung der Einzelpunktbestimmung (Lage)	0.9 cm	0.3 cm
Standardabweichung der Einzelpunktbestimmung (Höhe)	1.5 cm	0.3 cm
Benötigte Energie	1.2 Watt pro Station	6–13.2 Watt, variierend
Zeitaufwand Montage	1 Tag (für 3 Stationen)	1 Tag (1 Station, 17 Prismen)
Materialkosten	2000 CHF pro Station	50000 CHF

Tab. 1: Low-cost-GPS und Totalstation: Permanentes Monitoring im Vergleich.

	Geschwindigkeit [cm/Tag]				Geschwindigkeit [m/Jahr]			
	DIR2		DIR3		DIR2		DIR3	
	GPS	TPS	GPS	TPS	GPS	TPS	GPS	TPS
Horizontal	2.4	2.4	1.7	1.8	8.6	8.8	6.4	6.5
Vertikal	-0.8	-0.5	-1.0	-1.0	-3.1	-1.8	-3.8	-3.6
3D	2.5	2.5	2.0	2.0	9.1	9.0	7.4	7.5
Azimut	308°	308°	307°	306°				
Gefälle	20°	11°	31°	29°				

Tab. 2: Mittlere Geschwindigkeiten der Stationen DIR2 und DIR3 aus linearer Regression der GPS (Abb. 6) und TPS (Abb. 7) Beobachtungen über 5–10 Tage.

ziellen GNSS-Sessions von jeweils 30 Minuten Dauer.

Beobachtet wurden alle Prismen geordnet nach Azimut in Halbsätzen, d.h. es erfolgten alle Messungen zuerst in einer Lage, dann erfolgte erst der Lagenwechsel. Diese Beobachtungsstrategie dient dazu, die Bewegung des Fernrohrs und dem damit verbundenen Stromverbrauch zu minimieren. Es wurde eine Messfrequenz von 20 Minuten je Vollsatz ausgewählt, bei der noch sichergestellt werden konnte, dass der Messvorgang jedes Satzes rechtzeitig abgeschlossen wird.

Die Inbetriebnahme des permanenten tachymetrischen Monitorings erfolgte durch die Teilnehmer des geodätischen Projektkurses der ETH Zürich. Eine ausführliche Beschreibung der Installation des tachymetrischen Monitoringsystems sowie die Details der durchgeführten Messungen sind in (Ober et al. 2009) dokumentiert.

3. Vergleich der Systeme

Mit beiden Systemen lassen sich neben den relativen 3D-Koordinaten auch die Fließgeschwindigkeiten (von 0.5 bis zu 2.5 cm/Tag) und Fließrichtungen der Beobachtungspunkte innerhalb von wenigen Tagen signifikant ermitteln. Die Einzelmessungen, die aus den ursprünglich gewählten Beobachtungsraten von zehn Minuten je Halbsatz beim tachymetrischen System, bzw. 1 Hz Aufzeichnungsraten beim GPS-System resultieren, können wegen des Messrauschens erst nach Mittelung bzw. Glättung der Zeitreihe den Trend widerspiegeln. Die Geschwindigkeiten der Punkte wurden mittels linearer Regression der Zeitreihen berechnet. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen beispielhaft die ungefilterten Zeitreihen zweier Gletscherpunkte von GPS und Totalstation. Die mit der Totalstation erreichte Präzision der Koordinaten ist in der Lage um ein

dreifaches besser als mit dem low-cost-GPS, in der Vertikalen sogar um ein fünf-faches (siehe Tab. 1). Aufgrund der Geschwindigkeiten der Punkte ist die Präzision des low-cost-GPS-Systems trotzdem ausreichend für eine genaue Bestimmung der Fließgeschwindigkeiten (siehe Abb. 6). Der grösste Aufwand bei der Installation entsteht durch die Einrichtung eines Wetterschutzes der Totalstation, sowie dem Anbringen und der Einmessung der Prismen. Bei GPS muss jede Station mit einer eigenen Energieversorgung (in diesem Fall eine Solaranlage) betrieben werden. Der Stromverbrauch einer GPS Station ist jedoch geringer als der einer automatisierten Totalstation (siehe Tab.1).

4. Fazit und Ausblick

Sowohl mit GPS, als auch mit Totalstation konnten die Fließgeschwindigkeiten von bis zu 2.5 cm/Tag und die Fließrichtung der Beobachtungspunkte innerhalb von wenigen Tagen signifikant ermittelt werden. Hochfrequente Änderungen der Fließgeschwindigkeit mit Perioden von einem Tag oder darunter konnten nicht festgestellt werden.

Die Auswertung der gemeinsamen Messzeit beider Systeme zeigt, dass die Resultate gut zusammenpassen und sich das GPS-System somit sehr gut für solche Anwendungen eignet.

Die Installation der Permanentstationen erfordert bei ihrer Einrichtung einen vielfach höheren Aufwand im Vergleich zum epochalen Monitoring. Der Kostenaufwand bei der Installation des GPS-Systems steigt – im Gegensatz zur tachymetrischen Messung – proportional zu der Anzahl Beobachtungspunkte an. Sowohl die Totalstation als auch das GPS-System lassen sich automatisch und autark betreiben, was im Falle einer langjährigen Studie den Kostenaufwand für ein permanentes Monitoring durchaus rechtfertigen kann.

Literatur:

Baltsavias, E.P., Favey, E., Bauder, A., Boesch, H. & Pateraki, M. (2001): Digital surface modelling by airborne laser scanning and digital

photogrammetry for glacier monitoring. *Photogrammetric Record*, Vol. 17 (98): S. 243–273. URL: www.photogrammetry.ethz.ch/general/persons/maria/pub/ucl.pdf.

Damm, B. & Langer, M. (2006): Rockglacier Surface Kinematics over a 50-years Period – Examples from the South Tyrolean Alps (Italy). – *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8:02585. URL: www1.ku-eichstaett.de/mgf/geo/physisch/Homepage_PG/offprints/02_DammLanger2006.pdf.

Delaloye, R., Strozzi, T., Lambiel, C., Perruchoud, E., Raetz, H. (2007). Landslide-like development of rockglaciers detected with ERS-1/2 SAR interferometry. *Proceedings of the FRINGE 2007 Workshop*, Frascati, Italy, 26–30 November 2007. URL: www.unifr.ch/geoscience/geographie/download/Delaloye_et_al_2008.pdf.

Delaloye, R., Perruchoud, E.; Avian, M.; Kaufmann, V.; Bodin, X.; Hausmann, H.; Ikeda, A.; Käbb, A.; Kellerer-Pirklbauer, A.; Krainer, K.; Lambiel, C.; Mihajlovic, D.; Staub, B.; Roer, I.; Thibert E. (2008): Recent interannual variations of rock glacier creep in the European Alps. In: 9th In-

ternational Conference on Permafrost, Fairbanks, Alaska, 29 June 2008 – 03 July 2008, 343–348. URL: www.zora.uzh.ch/7031/2/Delaloye_Perruchoud_Recent_Interannual_2008V.pdf.

Favey, E. (2001): Investigation and Improvement of Airborne Laser Scanning Technique for Monitoring Surface Elevation Changes of Glaciers. Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Dissertation ETH Zurich.

Frauenfelder, R. (2005): Regional-scale modelling of the occurrence and dynamics of rockglaciers and the distribution of paleopermafrost, *Physical Geography*, Band 45, URL: www.dissertationen.unizh.ch/2005/frauenfelder/diss.pdf, Geographisches Institut, Universität Zürich.

Frauenfelder, R. & Roer, I. (2007): Was Blockgletscher bewegt – Permafrostindikatoren der besonderen Art. *Die Alpen, Wissenschaft und Bergwelt*. S. 34–37. URL: <http://permos.ch/downloads/alpen2007Blockgletscher.pdf>.

Käbb A. & Vollmer, M. (2000): Surface geometry, thickness changes and flow fields on

creeping mountain permafrost: automatic extraction by digital image analysis, *Permafrost and Periglacial Processes*, 11 (2000) (4), S. 315–326.

Ober, C., Flury, G., Püschel, H., Dreier, M., Brügger, M., Theiler, P. & Tilch, S. (2009): Blockgletscher – Monitoring. Bericht des Geodätischen Projektkurses in Randa, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich, 26 S.

Rub, M. (2007): Long Range Laser Scanning for Snow Distribution Monitoring, Diplomarbeit, ETH Zürich.

Rainer Mautz
David Grimm
Philippe Limpach
Sebastian Tilch
Alain Geiger
Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
ETH Zürich
Wolfgang-Pauli-Strasse 15
CH-8093 Zürich
mautz@geod.baug.ethz.ch



Direction de l'aménagement,
de l'environnement et des constructions
Raumplanungs-, Umwelt- und
Baudirektion

CANTON DE FRIBOURG / KANTON FREIBURG

**Service des ponts et chaussées
Tiefbauamt**

ZU VERKAUFEN:

Das Tiefbauamt bietet folgende Geräte zum Verkauf an:

- **Eine Messstation Leica TPS 1200 (2005).**
Der letzte Unterhalt wurde von der Firma Leica im Jahr 2008 durchgeführt.
- **Ein Gerät GPS1200 (2005).** Der letzte Unterhalt wurde von der Firma Leica im Jahr 2008 durchgeführt.

Beide Geräte sind in einem hervorragenden Zustand. Der Preis ist Verhandlungssache. Für zusätzliche Informationen können Sie sich an Herrn Claude Romanens wenden (Tel. 026 305 36 75, E-Mail romanenscl@fr.ch).

Postadresse:
Tiefbauamt
Herr C. Romanens
Chorherrengasse 17
Postfach
1701 Freiburg

A VENDRE:

Le Service des ponts et chaussées du canton de Fribourg met en vente les deux appareils suivants:

- **un tachéomètre Leica TPS 1200 (2005).**
Le dernier service d'entretien de la maison Leica date de 2008
- **un Leica GPS1200 (2005).** Le dernier service d'entretien de la maison Leica date de 2008

Ces deux appareils sont à l'état de neuf. Le prix des appareils est à discuter. Pour plus d'informations, veuillez vous renseigner auprès de Claude Romanens. (Tél. 026 305 36 75, e-mail: romanenscl@fr.ch).

Adresse postale:
Service des ponts et chaussées
A l'att. de C. Romanens
Rue des Chanoines 17
Case postale
1701 Fribourg