

# Klimastation und Erdstrommessungen am Munt Chavagl 2003

*Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark*

## ***Zweck des Berichtes***

Der vorliegende Bericht enthält Informationen über die im Jahre 2003 durchgeführten Erdstrommessungen am Munt Chavagl und eine Übersicht über die gemessenen Klimadaten von September 2002 bis August 2003. In der Beilage sind die zugehörigen Ergebnisse graphisch dargestellt. Die vollständige Dokumentation über alle Datensätze ergibt sich zusammen mit den Berichten über das Messfeld aus den Jahren 1996 bis 2003. Damit erhält jeder interessierte Forscher die Möglichkeit, Einsatzmöglichkeiten der nun bereitstehenden Daten für seine eigene Fragestellung zu prüfen.

## ***Ausgangslage***

Die Solifluktionszungen am Munt Chavagl sind seit 1977 Gegenstand der Forschung. Seither werden kontinuierlich Bewegungsraten der Bodenoberfläche sowie Luft- und Bodentemperaturen gemessen. 1995 wurden die alten Bewegungsmarken und die Klimastation ersetzt. Ein Jahr später konnte die Klimastation durch weitere Messgeräte ausgebaut werden. Die Klimastation misst nun folgende Parameter:

- Lufttemperatur (Tagesmittel, Tagesmaximum, Tagesminimum)
- Oberflächentemperatur
- Bodentemperatur in Tiefen von 10, 20, 40, 60 und 100 cm
- Schneehöhe
- Windgeschwindigkeit
- Reflektierte Strahlung

Die ausgebauten Klimastation erlaubt es, entscheidende Komponenten der Energiebilanz zu messen. Zudem ermöglicht die Messung der Schneehöhe, den Zusammenhang zwischen Schneedecke und Bodentemperaturen zu quantifizieren ("Herbstschneeeffekt") und somit auch den Bezug zu den

Bewegungsraten der Erdoberfläche herzustellen. Messungen zur Energiebilanz im Hochgebirge und dem Herbstschneeeffekt sind wesentliche Komponenten der heutigen Permafrostforschung. Somit kann die Messstation am Munt Chavagl, obwohl selber nicht im Permafrost gelegen, einen wichtigen Beitrag zur Permafrostforschung leisten.

### ***Messdaten 2002/2003***

Das Messjahr 2002/03 war gekennzeichnet durch einen kalten Winter und einen sehr warmen Sommer, der in ganz Europa für Rekordtemperaturen sorgte. Während der November und der Dezember verhältnismässig warm ausfielen, waren sowohl der Januar (Mitteltemperatur  $-8.5^{\circ}\text{C}$ ) wie der Februar (Mitteltemperatur  $-9.6^{\circ}\text{C}$ ) die jeweils kältesten Monate seit Beginn der Messungen 1995. Zwischen dem 5. Januar und dem 17. Februar kam es zu einer markanten Kälteperiode mit einer Durchschnittstemperatur von  $-10.2^{\circ}\text{C}$ . Die kältesten Werte wurden am 7. Januar mit  $-22.1^{\circ}\text{C}$  und am 1. Februar mit  $-21.5^{\circ}\text{C}$  erreicht.

Der Hitzesommer verursachte den jeweils deutlich wärmsten Juni (Mitteltemperatur  $11.0^{\circ}\text{C}$ ), Juli (Mitteltemperatur  $9.8^{\circ}\text{C}$ ) und August (Mitteltemperatur  $12.3^{\circ}\text{C}$ ) seit 1995. Besonders bemerkenswert ist der Juni-Durchschnittswert, hält man sich die Vorjahre vor Augen, in denen der Juni mehrfach kaum über  $5^{\circ}\text{C}$  warm war. Der höchste Einzelwert wurde am 5. August mit  $22.7^{\circ}\text{C}$  gemessen. Dieser gehört zu einer besonders warmen Periode vom 3. bis zum 14. August (Mitteltemperatur  $15.1^{\circ}\text{C}$ ). In dieser Zeit fiel die Temperatur auch nachts nie unter  $10^{\circ}\text{C}$ .

Während der Vorwinter im Engadin als extrem schneearm eingestuft werden muss und die Schneehöhe am Munt Chavagl stets unter 1 m lag, übertraf der Winter 02/03 diese Marke zwischen dem 25. November und dem 23. März ohne Unterbruch. Am 26. November wurde der Spitzenwert von 123 cm erreicht. Trotz fehlender Vergleichsjahre dürfte aber auch der letzte Winter als nicht überaus schneereich bezeichnet werden. Im September und Oktober kam es zu kleineren Schneefallereignissen, wobei die Schneehöhe aber 20 cm nicht überschritt. Eine dauernde, vorerst bescheidene Schneedecke bildete sich erst am 2. November, welche Mitte November markant auf über 80 cm anwuchs. Gegen Ende März erfolgte ein erster Abbau der Schneedecke, welcher aber durch eine Kältephase vom 3. bis 11. April gestoppt wurde. Am 12. April (Schneehöhe 80 cm) setzte die endgültige Schneeschmelze ein. In 24 Tagen wurde die Schneedecke vollständige abgebaut, sodass vom 6. Mai an die Umgebung der Messstation aper war.

Der Verlauf der Bodentemperaturen spiegelt präzise das Vorhandensein der Schneedecke wider. Schon bei den beiden ersten beiden Schneefallereignissen im September und Oktober kühlten besonders die oberflächennahen Bodenschichten rasch ab. Nach dem Einschneien am 2. November sanken die Temperaturen der Fühler auf 10 cm, 20 cm und 40 cm in weni-

gen Tagen in den Bereich um 0 °C. In 10 cm Tiefe fiel die Temperatur am 6. November unter 0 °C. In 20 cm Tiefe war das am 9. November der Fall und in 40 cm Tiefe am 1. Dezember. Allerdings verharrten die Temperaturen danach den ganzen Winter lang nur wenige Zehntelgrade unter dem Gefrierpunkt. Dies entspricht den Beobachtungen der früheren Messjahre. Nur im Winter 01/02, als die Schneedecke lange Zeit sehr dünn war und den Boden nicht isolierte, kühlten die obersten Bodenschichten deutlich unter 0 °C ab (unter -2 °C). Die Temperaturen in 60 cm und 100 cm Tiefe näherten sich hingegen nur langsam dem Gefrierpunkt. Von Mitte Februar an verharrten sie praktisch konstant bei 0.4 bis 0.5 °C (60 cm) resp. 0.0 bis 0.1 °C (100 cm). Weshalb die Temperatur in 100 cm Tiefe kälter als in 60 cm Tiefe war, bleibt offen. Seltsam ist ebenfalls der markante Ausschlag nach unten Ende November (Fühler 20 cm, 60 cm und 100 cm). Dieses Phänomen lässt sich aus thermodynamischen Überlegungen nicht erklären und lässt auf einen Messfehler schliessen. Allerdings kam es im November 2000 zu fast identischen Temperaturschlägen.

Die sommerliche Hitze hat sich entsprechend auf die Bodentemperaturen ausgewirkt. In den Monaten Juni, Juli und August wurden in sämtlichen Bodentiefen alle bisherigen Monatsmittel teilweise deutlich übertroffen. Beispielsweise lag das August-Mittel in 100 cm Tiefe (9.9 °C) 1 °C über dem bisher wärmsten August. Es wird von Interesse sein, ob und wie sich diese warmen Bodentemperaturen auf winterlichen Verhältnisse auswirken werden.

Die gemessenen Daten der Periode 2002/2003 sind im Anhang graphisch dargestellt. Die monatlichen Mittelwerte können einer Tabelle im Anhang entnommen werden. Sämtliche Daten sind in einer neu entwickelten Access-Datenbank gespeichert und können bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden. Innerhalb dieser neu entwickelten Access-Datenbank werden ausgewählte Energiebilanzkomponenten für jeden Datensatz laufend berechnet.

### ***Vermessung 2003***

Die Einmessung sämtlicher Messmarken erfolgte am 16. September 2003. Anschliessend wurden sie in das geographische Informationssystem Chavagl eingelesen und mit den darin entwickelten Programmen ausgewertet.

In der Periode 2002/2003 wurden lediglich geringe Bewegungen registriert. Ein Messpunkt im mittleren Bereich der nördlichsten Solifluktionsszunge wies eine Bewegungsrate von 6 bis 10 cm/Jahr auf, ein Messpunkt der südlichsten Zunge eine Bewegung von über 10 cm/Jahr. Die übrigen registrierten Bewegungen betrugen nur 2 bis 6 cm/Jahr und wurden in den mittleren und oberen Bereichen der Solifluktionsszungen verzeichnet.

Die wenigen und nur schwachen Bewegungen in dieser Periode sind vermutlich auf das frühe Einschneien und die bereits früh vorhandene mächtigen

ge Schneehöhe zurückzuführen. Die Karte mit den Bewegungsvektoren kann dem Anhang entnommen werden.

### ***Geographisches Informationssystem 'Chavagl'***

Für die Verarbeitung der Vermessungsdaten wurde ein einfaches Geographisches Informationssystem aufgebaut. Hierzu wurde für jede Messkampagne eine eigene Datenebene geschaffen, welche die Koordinaten der Messmarken inkl. der zugehörigen Nummern verwaltet. Im gleichen System wurde auf der Basis von 900 eingemessenen Geländepunkten und Bruchkanten ein hochauflösendes digitales Höhenmodell berechnet. Aus diesem Höhenmodell konnten anschliessend Höhenkurven mit einer Äquidistanz von 1 m interpoliert werden. In Zukunft kann das digitale Höhenmodell zur Analyse der Bewegung der Messmarken in Bezug auf Exposition, Hangneigung und Wölbung eingesetzt werden. Sämtliche Datensätze sind einheitlich dokumentiert und können somit anderen Benutzern oder Systemen zur Verfügung gestellt werden.

Das Geographische Informationssystem *Chavagl* wurde im Sommer 1997 in das GIS SNP integriert.

### ***Publikation bei der internationalen Permafrostkonferenz 2003 Zürich***

Im Juli 2003 fand zum ersten Mal die nur alle fünf Jahre stattfindende internationale Permafrostkonferenz in der Schweiz statt. Dieser Anlass wurde genutzt, um die nun seit 8 Jahren durchgeführten Messungen sorgfältig wissenschaftlich auszuwerten und in den Proceedings dieser Konferenz zu publizieren (vgl. Anhang). In diesem Zusammenhang entstand auch die oben bereits erwähnte Datenbank (Access), welche nun übersichtlich sämtliche Klimadaten verwaltet und jederzeit ermöglicht, Auszüge aus dem wertvollen Datensätzen an interessierte Personen herauszugeben.

### ***Ausblick***

Nachdem 1997 das Messfeld in jeglicher Hinsicht aktualisiert wurde, ist eine optimale Weiterführung der Messungen möglich. Die Besonderheit der Messungen am Munt Chavagl liegt in der Länge der bisherigen Messreihe. Aus diesem Grunde sollten die alten Messdaten nun aufgearbeitet und soweit verfügbar gemacht werden, dass die Messreihe einheitlich und voll-

ständig organisiert ist. In diesem Sinne ist es sinnvoll, sämtliche bisherige Daten in den Archiven des geographischen Institutes der Universität Zürich und von PD Dr. M. Gamper aufzuarbeiten und soweit wie möglich in denselben Zustand wie die Daten der vergangenen Jahren zu bringen.

Ziel der Arbeit der kommenden Jahre ist die Erfassung sämtlicher für die periglazialen Prozesse relevanten Klimadaten. Zur Quantifizierung der von M. Gamper gemachten Erkenntnisse wird insbesondere die Erfassung von Energiebilanzkomponenten (Sonnenstrahlung, langwellige Strahlung, Schneehöhe) spannend. Die Klimastation ist für einen weiteren Ausbau ausgelegt. Die mögliche Einbindung der Station in das Messnetz der SMA ist weiter zu verfolgen.

Im Frühling 2003 ist im Val Trupchun die im Winter 2000 / 01 von einer Lawine zerstörte Klimastation wieder aufgebaut worden. Die Station ist im Wesentlichen analog zur Klimastation am Munt Chavagl konzipiert worden, damit ein möglichst detaillierter Vergleich zwischen diesen Regionen des Nationalparks vorgenommen werden kann. Daher ist es sinnvoll, die Daten der Station Val Trupchun in gleicher Form wie bei der Station Munt Chavagl (Datenbank, Bericht) aufzuarbeiten und zu Verfügung zu stellen.

Ein zweiter Schwerpunkt ist die jährliche Vermessung der Messpunkte. Die gewonnenen Daten werden mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems analysiert und als dreidimensionales Geländemodell dargestellt.

In Zukunft wird die integrierte Umweltbeobachtung auch über die Parkgrenze hinweg zunehmend an Bedeutung gewinnen. Dabei spielen auch Prozesse, namentlich Frostprozesse im Hochgebirge eine wichtige Rolle. Die Weiterführung der Solifluktionsmessungen deckt einen wichtigen Übergangsbereich zwischen der Permafrostforschung und der geomorphologischen Prozessforschung wie z.B. der Erosion ab.

Wir hoffen in Zukunft eine auswertbare Datenreihe über die wichtigsten Energiebilanzkomponenten zu besitzen. Ohne technische Störungen sollte dies kein Problem sein. Damit sind wir im Stande, erstmals den für die Permafrostforschung wichtigen Herbstschneeeffekt zu quantifizieren. Damit kann die Auswirkung einer veränderten Schneedecke auf den Permafrost auch quantitativ abgeschätzt werden.

### ***Projektbetreuung***

Dr. F. Keller (Glaziologe, Academia Engiadina, Samedan) wurde am 30. Mai 1995 von der WNPk mit der Durchführung der Arbeiten betraut. Der Aufbau der beschriebenen Anlagen und die wissenschaftliche Auswertung der Daten erfolgt in Zusammenarbeit mit Dr. H. U. Gubler, Firma ALPUG, Davos. Der SNP ist im Projektteam durch den Geologen H. Lozza vertreten.

Durch die fachübergreifende Zusammenarbeit der Fachgebiete Geomorphologie, Geologie, Glaziologie und Schneephysik wird somit die traditionelle Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark fortgesetzt.

Sachbearbeiter:

ACADEMIA ENGIADINA

Michael Tamás (dipl. Geograph)

Dr. Felix Keller (Leiter ITL)

#### Sachbearbeiter

Dr. F. Keller  
M. Tamás  
H. Lozza  
Dr. H. U. Gubler

#### Anhang

Beilage 1 Bewegungsraten der Messmarken 1999-2000 (Geländemodell GIS 1:300)

Beilage 2 Messreihen Luft- und Oberflächentemperatur, Bodentemperaturen, Schneehöhe, reflektierte Strahlung und Windgeschwindigkeit (Oktober 1999 – Juli 2000)

Beilage 3 Tabelle Mittelwerte Oktober 1999 – Juli 2000