

# **Erdstrommessungen am Munt Chavagl**

## *Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark*

### *Zweck des Berichtes*

Der vorliegende Bericht enthält Informationen über die im Jahre 2000 durchgeführten Erdstrommessungen am Munt Chavagl und eine Übersicht über die gemessenen Klimadaten. 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, 1997 und 1999. Damit erhält jeder interessierte Forscher die Möglichkeit, Einsatzmöglichkeiten der nun bereitstehenden Daten für seine eigene Fragestellung zu prüfen.

### *Ausgangslage*

Die Solifluktioniszungen 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 ausgebaute Klimastation erlaubt es, entscheidende Komponenten der Energiebilanz zu messen. Zudem erlaubt 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 Kom-

ponenten der heutigen Permafrostforschung. Somit kann die Messstation am Munt Chavagl, obwohl selber nicht im Permafrost gelegen, einen wichtigen Beitrag zur Permafrostforschung leisten.

### *Wartungsarbeiten 2000*

Bei der Auswertung der Periode 98 / 99 stellte sich heraus, dass die Bodentemperturfühler auf 10 cm und 40 cm Tiefe ausgefallen sind. Im August 2000 konnten die beiden defekten Fühler ausgetauscht werden, so dass die Temperatur in Zukunft wieder in allen fünf Bodentiefen gemessen wird. Zudem zeigte sich, dass der Schneehöhenmesser stark beschädigt war, was die stark schwankenden Schneehöhendaten der letzten beiden Winter erklärt. Anfang November 2000 konnte das Messgerät repariert werden.

### *Messdaten 1999 / 2000*

Im Winter 1999 / 2000 fielen die mittleren Lufttemperaturen der Monate November, Dezember und Januar deutlich kälter aus als in den Vorjahren. Dies gilt besonders für den Januar, der mit einer Mitteltemperatur von  $-6.9\text{ °C}$  fast  $2\text{ °C}$  kälter war als das Mittel der Vorjahre. Am 25. Januar wurde mit  $-20.4\text{ °C}$  die kälteste Temperatur des Winters gemessen. Dementsprechend war der Februar zum ersten Mal seit der Installation der neuen Klimastation wärmer als der Januar ( $-6.0\text{ °C}$ ). In den anderen Wintern war der Februar teilweise markant kälter als der Januar. Trotz des kalten Januars war im Winter 1999 / 2000 der Dezember mit einem Mittel von  $-7.5\text{ °C}$  wie schon 1996 / 1997 der kälteste Monat. Es ist gewiss bemerkenswert, dass der Januar bisher nie der kälteste Monat war. Die Frühlingsmonate liegen im Bereich der Vorjahre. Erwähnung verdient die Periode zwischen dem 24. März und dem 19. April. In dieser Zeit stieg die Temperatur nie über  $4\text{ °C}$  an, und an 20 Tagen kletterte sie gar nicht über den Gefrierpunkt. Der Juni fiel mit  $7.8\text{ °C}$  im Vergleich sehr warm aus ( $2.7\text{ °C}$  wärmer als 1999,  $2.6\text{ °C}$  wärmer als 1997). Dem steht ein um fast  $2\text{ °C}$  kälterer Juli gegenüber, welcher sich in der ganzen Schweiz kühl und regnerisch präsentierte. Die wärmste Temperatur der Periode 1999 / 2000 wurde am 21. Juni mit  $18.5\text{ °C}$  registriert.

Die Oberflächentemperatur lag zwischen dem 7. November und dem 9. März im Minusbereich. Am 11. Mai stieg die Oberflächentemperatur erstmals wieder über  $1\text{ °C}$ . Sie erreichte am 25. Januar wie die Lufttemperatur mit  $-26.4\text{ °C}$  ihr Minimum und am 6. Juli mit  $35.6\text{ °C}$  den Höchstwert.

Der Boden kühlte diesen Winter nicht so stark aus wie im Jahr zuvor, als die geringe Schneedecke im Spätherbst / Frühwinter 1998 (Herbstschneedecke) für tiefe Bodentemperaturen sorgte. So waren auf 100 cm Tiefe im

Winter 1999 / 2000 nur im Februar einzelne Temperaturen knapp unter 0 °C zu verzeichnen (Minimum -0.1 ° am 23. Februar). Kein Monat weist ein negatives Temperaturmittel auf. Auch in 60 cm Tiefe fiel die Temperatur nie unter -0.4 °C (18. Februar), so dass nur im Februar eine negative Mitteltemperatur resultierte. In 20 cm Tiefe sank die Temperatur ab dem 23. November dauerhaft bis zum 17. April unter 0 °C. Dabei wurde es aber nie kälter als -0.8 °C (Minimum 1998 / 99 unter -2 °C). Auch in dieser Bodentiefe war der Februar mit einem Mittel von -0.5 °C der kälteste Monat. In den Vorjahren waren die Monate Dezember und Januar in den obersten Bodenschichten die kältesten Monate.

Wegen des beschädigten Schneehöhenmessers sind die Schneedaten mit grosser Vorsicht zu geniessen. Wie im Vorjahr wurde für die Auswertung ein Offset (entspricht der gemessenen Schneehöhe bei aperem Boden) von 20 cm von den Werten subtrahiert. Unter Beizug der oberflächennahen Bodentemperatur und der reflektierten Strahlung lässt sich ein erster Schneefall Anfang Oktober feststellen, während das eigentliche Einschneien auf den 6. November zu liegen kam. Die Schneedecke stieg bis Mitte Dezember auf rund 50 cm an, was den Boden im Gegensatz zum Vorjahr besser isolierte, als Anfang Januar bloss ca. 20 cm Schnee lagen. Während aber im Februar 1998 massive Schneefälle die Schneedecke über 120 cm anwachsen liess, war diese im Winter 99 / 00 selten dicker als 80 cm. Die Datenlage lässt auf ein Ausapern Mitte Mai schliessen.

Die gemessenen Daten der Periode 1999 / 2000 sind im Anhang graphisch dargestellt. Die monatlichen Mittelwerte können einer Tabelle im Anhang entnommen werden. Sämtliche Daten sind in Excel-Dateien gespeichert und können bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden.

### ***Vermessung 2000***

Am 2. August 2000 wurden sämtliche Messmarken eingemessen und anschliessend in das geographische Informationssystem Chavagl eingelesen und mit den darin entwickelten Programmen ausgewertet.

Wie gewöhnlich waren die Bewegungen im mittleren Bereich der nördlichsten Solifluktionzunge am grössten. Hier lagen die Bewegungsraten über 10 cm / Jahr. Praktisch ohne Bewegungsvorgänge blieb der untere Teil der mittleren Zunge. Insgesamt fanden in der Periode 99 / 00 die grösseren Bewegungen statt als in der Vorperiode. So zeigten 24 Messpunkte Beträge von mehr als 6 cm / Jahr während es in der Periode 97 – 99 nur 12 Messpunkte waren. 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. den 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.

### *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 vollständig organisiert ist. In diesem Sinne betrachten wir es als dringend nötig, sämtliche bisherigen 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 beiden 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 nun 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 Herbst 2000 konnte im Val Trupchun eine neue Klimastation errichtet werden, welche die gleichen Parameter wie die Station am Munt Chavagl misst. In Zukunft wird ein Vergleich dieser beiden Messstationen von Interesse sein. Das klimatologische Messnetz ist im Nationalpark somit verfeinert worden.

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 Solifluktionmessungen deckt einen wichtigen Übergangsbereich zwischen der Permafrostforschung und der geomorphologischen Prozessforschung wie z.B. der Erosion ab.

Wir hoffen im nächsten Jahr nun eine auswertbare Datenreihe über die wichtigsten Energiebilanzkomponenten zu besitzen. Ohne technischen 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. Innerhalb der Academia Engiadina ist im Jahr 2000 die Projektleitung an M. Tamás (Dipl. Geograph) übertragen worden. 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