

# **Erdstrommessungen am Munt Chavagl**

## *Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark*

### *Zweck des Berichtes*

Der vorliegende Bericht enthält Informationen über die im Jahre 1999 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 und 1997. Damit erhält jeder interessierte Forscher die Möglichkeit, Einsatzmöglichkeiten der nun bereitstehenden Daten für seine eigene Fragestellung zu prüfen.

### *Ausgangslage*

Im Sommer 1995 wurde das Messfeld Munt Chavagl mit neuen Bewegungsmessmarken und mit einer neuen Klimastation bestückt. Damit konnten bis heute ohne Unterbruch Lufttemperaturen und in 10, 20, 40, 60 und 100 cm Tiefe Bodentemperaturen erfasst werden. Die Bewegungsmessmarken wurden im Abstand von einem Jahr regelmässig gemessen und ausgewertet. Im Sommer 1996 konnte die Klimastation weiter ausgebaut werden. Mit einem Schneehöhenmesser (UDG 1), Windanemometer (A100R), einem IR Strahlungsthermometer und einem Pyranometer lassen sich nun entscheidende Energiebilanzkomponenten messen.

PD Dr. M. Gamper zeigte bereits 1983, dass die Bewegungen der Erdströme stark von der jeweiligen Bodentemperaturentwicklung im Herbst beeinflusst werden. Innerhalb einer Forschungsarbeit über die Interaktionen zwischen der Schneedecke und dem Permafrost (Keller, 1994) entstand die Vermutung über den sogenannten Herbstschneeeffekt. Demnach sorgt eine länger andauernde weniger als 30 cm dicke Schneedecke für eine stärkere Abkühlung des Untergrundes als im aperen Zustand. Dieser Effekt tritt bei uns am ehesten im Herbst auf und könnte somit ebenso wie die Permafrostverbreitung auch die Erdstrombewegungen beeinflussen. Bis heute konnte der Herbstschneeeffekt im Alpenraum noch nicht quantifiziert werden, weil die zugehörigen Energiebilanzkomponenten in den Permafrostgebieten wegen der meistens grobblockigen Oberfläche schwer

erfassbar sind. Auf dem Messfeld Munt Chavagl liegen diesbezüglich ideale Verhältnisse vor.

### ***Aufgetretene Probleme 1998 / 99***

Während des gesamten Jahres 1998 ist die Klimastation ausgefallen. Nach dem Abschluss der Wartungsarbeiten 1997 brach beim Schliessen des Gehäuses die Lötstelle, welche das Datenerfassungsgerät mit Strom versorgt. Dies wurde nicht sofort offensichtlich, da der Betrieb der Klimastation bis zur folgenden Nacht über die Solarzelle noch sichergestellt war. Leider existieren nun für 1998 keine Messdaten.

Ende Dezember 1998 wurde die Station wieder in Betrieb genommen. Beim Auswerten der Daten stellte sich allerdings heraus, dass zwei der fünf Bodentemperaturfühler (10 und 40 cm) defekt waren. Diese werden im Frühling 2000 ausgewechselt. Ferner muss der Schneehöhenmesser geeicht werden, da dieser einen zu stark schwankenden Offset (entspricht gemessener Schneehöhe bei aperem Boden) von bis zu 20 cm aufweist. Die Schneehöhendaten 1999 sind also mit Vorsicht zu geniessen. Für die Auswertung wurde ein mittlerer Offset von 20 cm berechnet und von den gemessenen Werten subtrahiert.

### ***Messdaten 1999***

Die mittlere Lufttemperatur der Wintermonate Januar (-5.7 °C) und Februar (-9.5 °C) war im Vergleich zu 1997 deutlich kälter. Am 30. Januar 1999 wurde mit -22.4 °C die tiefste Temperatur seit der Installation der neuen Klimastation gemessen. Im Februar trat lediglich an 4 Tagen ein positives Tagesmaximum auf. Deutlich wärmer als in den Vorjahren war hingegen der Mai (4.1 °C), wo besonders die letzte Maiwoche mit Maxima zwischen 11 °C und 16 °C auffällt. Die Oberflächentemperatur lag den ganzen Winter bis zum 11. Mai unter 1 °C. Zwischen dem 8. Januar und dem 1. März verharrte sie konstant unter 0 °C. Sie erreichte am 31. Januar ein Minimum von -26.4 °C und am 29. Mai mit 29.5 °C den Höchstwert.

Die winterlichen Bodentemperaturen liegen teilweise deutlich unter den Werten der Vorjahre. Das gilt besonders für den Januar, wo in 60 cm Tiefe das Monatsmittel unter 0 °C (-0.7 °C) lag, was in den Wintern 95/96 und 96/97 nicht so früh der Fall war. Zudem liegt dieser Mittelwert markant unter dem bisherigen Minimum von -0.2 °C (April 1996). Im Januar und Februar sanken die Temperaturen in 1 m Tiefe das erste Mal seit Bestehen der neuen Station dauerhaft unter 0 °C (Minimum -0.7 °C). Da in den Monaten November und Dezember nur wenig Schnee lag, dürfte der Herbstschneeeffekt für die tiefen Bodentemperaturen verantwortlich sein. Noch zu Jah-

resbeginn lagen nur knapp über 20 cm Schnee. Schneefälle am 11. und 28. Januar liessen die Schneedecke auf über 90 cm anwachsen. Dies führte dazu, dass der Boden anschliessend nicht weiter auskühlte und sich die Temperaturen den Werten der Vorjahre näherten, in denen die tiefsten Monatsmittel in allen Bodentiefen erst im März oder April gemessen wurden.

Wie erwähnt waren zu Beginn des Winters nur geringe Schneemengen zu verzeichnen. Erst Schneefälle im Januar liessen die Schneedecke markant anwachsen. Von den heftigen Schneefällen im Februar, welche im Alpenraum für Rekordschneemengen und die prekäre Lawinensituation sorgten, blieb der Nationalpark praktisch unberührt. Erst am 22. Februar und danach am 4. März erfuhr die Schneedecke weitere markante Zuwächse auf 140 cm. Der Rekordwert des Winters wurde aber erst am 16. April mit 153 cm registriert. Der Zeitpunkt des Ausaperns lässt sich wegen des ungenauen Schneemessers nicht genau festlegen, dürfte aber bei Berücksichtigung der reflektierten Strahlung und der Oberflächentemperatur in den Bereich zwischen dem 20. und 25. Mai fallen.

Die gemessenen Daten aus dem Jahre 1999 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 1999***

Dank der Installation eines Fixstatives im Jahre 1995 konnte die Messgenauigkeit erhöht werden. Von diesem Messort aus wurden am 16. Juli 1999 sämtliche Messmarken eingemessen und anschliessend in das geographische Informationssystem Chavagl eingelesen und mit den darin entwickelten Programmen ausgewertet. Da 1998 keine Vermessung stattfand, beziehen sich die Bewegungsmessungen auf den Zeitraum 1997 bis 1999.

Die jährlichen Bewegungsbeträge fielen in der gemessenen Periode nicht sehr gross aus. Nur 5 Messpunkte, alle nahe beieinander auf der nördlichsten Zunge liegend, weisen Bewegungsraten von über 10 cm / Jahr auf. Mittlere Bewegungsraten finden sich vorwiegend am Rand der südlichsten Zunge. 87 % der Messpunkte bewegten sich mit weniger als 6 cm / Jahr oder überhaupt nicht. Die Karte mit den Bewegungsvektoren können 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.

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.

### ***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.

ACADEMIA ENGIADINA  
Institut für Tourismus und  
Landschaft

Dr. Felix Keller

### **Sachbearbeiter**

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

### **Anhang**

- Beilage 1 Bewegungsraten der Messmarken 1997-99 (Geländemodell GIS 1:300)
- Beilage 2 Messreihen Luft- und Oberflächentemperatur, Bodentemperaturen, Schneehöhe, reflektierte Strahlung und Windgeschwindigkeit (Januar – September 1999)
- Beilage 3 Tabelle Mittelwerte 1999 (Januar – September)