

# Klimastation und Erdstrommessungen am Munt Chavagl 2012/2013

---

Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark

## **Zweck des Berichts**

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Erdstrommessungen 2013 am Munt Chavagl zusammen und liefert eine Übersicht über die gemessenen Klimadaten von 1. September 2012 bis 31. August 2013. In den Beilagen im Anhang sind die Ergebnisse graphisch dargestellt. Ebenfalls im Anhang befindet sich eine Übersicht über alle seit 1995 erhobenen klimatischen Parameter am Munt Chavagl. Damit haben alle interessierten Personen die Möglichkeit, Einsatzmöglichkeiten der bereitstehenden Daten für ihre eigenen Fragestellungen zu prüfen. Seit 1995 werden sämtliche Daten in einer Access-Datenbank gespeichert und können bei Bedarf zur Verfügung gestellt werden.

## **Ausgangslage**

Die Solifluktionzungen am Munt Chavagl werden seit 1977 untersucht (Gamper, 1982). 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 und misst seitdem in dreistündigen Intervallen (d.h. 8 Messungen pro Tag) folgende Parameter:

- Lufttemperatur (Mitteltemperatur, Maximum- und Minimumtemperatur)
- Oberflächentemperatur
- Bodentemperatur in der Tiefe von 10, 20, 40, 60 und 100 cm
- Schneehöhe
- Windgeschwindigkeit (mittlere und maximale Windgeschwindigkeit)
- Reflektierte kurzwellige Strahlung

Die erhobenen Mittel-, Maximal-, und Minimalwerte beziehen sich jeweils auf das dreistündige Messintervall.

Die Klimastation erlaubt es damit, entscheidende Komponenten der Energiebilanz zu messen. Zudem ermöglicht die Messung der Schneehöhe, den Zusammenhang zwischen Lufttemperaturen, Schneedecke und Bodentemperaturen zu quantifizieren ("Herbstschneeeffekt") und somit auch den Bezug zu den Bewegungsraten der Erdoberfläche herzustellen. Messungen zur Energiebilanz im Hochgebirge und zum Herbstschneeeffekt

fekt (Keller und Tamas, 2003) sind wesentliche Komponenten der heutigen Permafrostforschung. Die Messstation am Munt Chavagl kann daher einen wichtigen Beitrag zur Permafrostforschung leisten, obwohl sie selber nicht im Permafrost gelegen ist.

### ***Klimamessungen 2012/2013***

Der Auswertungszeitraum dieses Berichts läuft von 1. September 2012 bis 31. August 2013, umfasst also genau ein Kalenderjahr. Auf diese Weise ist die Berechnung aussagekräftiger Jahresmittelwerte der gemessenen Parameter möglich. Der Bericht schließt damit nahtlos an den Bericht 2011/2012 an, der die Messungen bis 31. August 2012 enthält.

Für den angegebenen Zeitraum sind die Messergebnisse der einzelnen klimatischen Parameter im Anhang graphisch dargestellt, die monatlichen Mittelwerte sind in Form einer Tabelle enthalten.

#### **Lufttemperaturen**

Das Jahresmittel der Lufttemperatur zwischen dem 1. September 2012 und dem 31. August 2013, nachfolgend mit „vergangenem Jahr“ bezeichnet, lag mit  $0.02^{\circ}\text{C}$  ganz knapp über dem Durchschnitt der Zeitperiode von 1995 bis 2013, nachfolgend „langjähriger Durchschnitt“ genannt. Saisonal waren die Unterschiede jedoch deutlich ausgeprägt. Die Winter- und Frühlingsmonate, mit Ausnahme des Aprils, waren im vergangenen Jahr alle kälter als im langjährigen Durchschnitt, hingegen wurden im Sommer und Herbst deutlich wärmere Temperaturen als im langjährigen Durchschnitt gemessen.

Mit Ausnahme vom 23. Dezember und 29. Januar lag die Temperatur vom 23. November bis 14. April unter dem Gefrierpunkt.

Mit einer monatlichen Durchschnittstemperatur von  $0.16^{\circ}\text{C}$  wurde 2013 der kälteste Mai seit Bestehen der Klimastation 1995 aufgezeichnet.

#### **Schneebedeckung**

Vom 5. November bis zum 9. Mai registrierte die Messstation eine geschlossene Schneedecke. Die Schneehöhe war während dieser ganzen Periode leicht unter dem langjährigen Durchschnitt, nur die Monate Oktober, November und Dezember lagen deutlich unter dem Durchschnitt. Die maximale Schneehöhe wurde im März erfasst. Auffallend ist die schnelle Schmelze im Frühling, welche auf die überdurchschnittlich warmen April-Temperaturen zurückzuführen ist.

#### **Strahlung**

Die Reflexion der kurzwelligeren Strahlung bildet die Schneebedeckung relativ gut ab. Insbesondere der kurzfristige Anstieg der Reflexion im Herbst ist auf die Schneefälle zurückzuführen. Mit dem Vorhandensein einer geschlossenen Schneedecke im Winter weist auch die reflektierte Strahlung hohe Werte auf.

## **Windgeschwindigkeit**

Die Windgeschwindigkeit ist das ganze Jahr über durch relativ grosse Schwankungen gekennzeichnet. Die typischerweise höheren Windgeschwindigkeiten während den Wintermonaten wurde in der vergangenen Messperiode nicht bestätigt. Anfang Januar und Anfang Februar sind Perioden mit hohen Windgeschwindigkeiten erkennbar, aber auch Anfang Mai und in der ersten Julihälfte ist dies der Fall. Spitzenwerte des gleitenden 24h-Mittels der 3h-Maxima erreichen im September, Januar, Februar, Juni und August Werte über 14m/s.

## **Bodentemperaturen**

Die Jahres-Durchschnittstemperatur an der Oberfläche sowie im Boden lag im vergangenen Jahr über dem langjährigen Durchschnitt, sie wichen jedoch weniger als ein halbes Grad vom langjährigen Durchschnitt ab. Die unterdurchschnittlichen Temperaturen der Luft im Februar konnten nicht in den Boden eindringen, weil die Schneedecke isolierend wirkte. Die Bodentemperaturen der Monate Mai und Juni sind in allen Tiefen inklusive Oberfläche unterdurchschnittlich ausgefallen und spiegeln somit die unterdurchschnittlichen Lufttemperaturen wieder, da der Einfluss der Schneedecke kaum oder gar nicht mehr vorhanden war. Bis in 100 cm Tiefe fallen die Mai-Temperaturen deutlich unterdurchschnittlich aus.

Ab einer Tiefe von 60 cm werden das ganze Jahr über keine negativen Temperaturen registriert. In 10 und 40 cm Tiefe war die durchschnittliche Mai-Temperatur im vergangenen Jahr noch negativ, währenddem sie im langjährigen Durchschnitt positiv ist.

Noch positive Werte, wo der langjährige Durchschnitt unter Null liegt, wurden in 10 cm Tiefe im November und in 20 cm Tiefe im Dezember gemessen.

## ***Erdstrommessungen 2013***

Die Vermessung der Bewegungsmarken fand am 3. September 2013 statt. Es wurden insgesamt 89 Punkte gemessen. Die Vermessung ist im Fotoprotokoll dokumentiert. Mit einem dicken Filzstift wurde die Punktnummer auf die Messmarken geschrieben, um die richtige Zuordnung in Zukunft zu erleichtern.

Der Betrag der Bewegung (Bewegungsvektoren) wurden wiederum mit der Arcinfo-Routine (Calcdist.aml) ausgewertet. Dazu mussten die Geodatabase-Datensätze zuerst in eine Coverage umgewandelt werden.

Vergleicht man die Lage der Messpunkte 2013 mit denjenigen von 2012 und 2011 fällt auf, dass die Mehrheit der 2012er Messungen zu weit orographisch links liegen. Dies wird auch bei der Darstellung der Bewegungsvektoren sichtbar, welche nicht in Fliessrichtung ausgerichtet sind. Eine Ausnahme bildet die Gruppe von Messmarken, die sich orographisch rechts unten im Messfeld befindet.

Die Bewegungsbeträge sind im Vergleich mit den früheren Messungen relativ hoch. Nur 10 Messmarken verzeichneten eine kleinere Bewegung als 2 cm. Mit 60 Messmarken verzeichnete über die Hälfte Bewegungsbeträge zwischen 2 und 6 cm. 19 Marken wiesen Beträge zwischen 6 und 10 cm auf, insbesondere in der Mitte des Messfelds und im oberen Teil. Zwei Marken bewegten sich mehr als 10 cm. Berechnet man die durchschnittlichen jährlichen Bewegungsbeträge zwischen 2000 und 2013, findet man keine Messmarke mit mehr

als 6 cm Verschiebung pro Jahr, 25 weisen einen Betrag von 2 – 6 cm auf und 33 haben sich um weniger als 2 cm verschoben.

Die graphische Darstellung der Bewegungsvektoren kann in der Beilage 2 eingesehen werden.

### **Ausblick**

Nachdem die Daten ins neue Koordinatensystem und von ArcInfo Coverage in eine ArcGIS Geodatabase transformiert wurden, ist ein Praktikant beim Nationalpark damit beschäftigt, eine Auswerteroutine zu entwickeln, welche den Einsatz von ArcInfo aml ersetzt. Da diese Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind, müssen die Daten wieder in eine ArcInfo Coverage umgewandelt und mit der alten aml-Routine calcdist.aml ausgewertet werden. Dabei ist zu kontrollieren, dass bei der Umwandlung von Geodatabase zur Coverage keine Fehler passieren.

Wichtig ist, dass nach diesem Eingriff in die Daten (Homogenisierung) jedes Jahr kontrolliert wird, ob die Konsistenz der Messreihe weiterhin gewährleistet ist.

### **Projektbetreuung**

Dr. F. Keller (Glaziologe, Academia Engiadina, Samedan) ist seit Mai 1995 von der WNPK mit der Durchführung der Messungen 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.

Sachbearbeiterin:


ACADEMIA ENGIADINA

Dr. Christine Levy  
(Mitarbeiterin Bereich Landschaft  
und Umwelt am ETI)

Dr. Felix Keller  
(Co-Institutsleiter)

## **Anhang**

- Beilage 1 Fotoprotokoll zur Dokumentation der Vermessung der Bewegungsmarken 2013
- Beilage 2 Karte mit Bewegungsraten der Bewegungsmarken 2012 – 2013
- Beilage 3 Diagramme des Jahresverlaufs der erhobenen Parameter von 1. September 2012 bis 31. August 2013 (Reflektierte kurzwellige Strahlung und Schneehöhe, Windgeschwindigkeit, sowie Luft-, Oberflächen- und Bodentemperaturen)
- Beilage 4 Tabelle der Monatsmittel aller erhobenen Parameter von September 2012 bis August 2013
- Beilage 5 Tabelle der langjährigen Monatsmittel aller erhobenen Parameter von 1995 bis 2013, mit Diagrammen für die Parameter Lufttemperatur und Schneehöhe

|                                 |   |   |
|---------------------------------|---|---|
| Europäisches Tourismus Institut |   |  |
| <b>Foto-Protokoll</b>           |   |   |
| Anlass:                         | <b>Erdstrommessungen Munt Chavagl</b>                     |   |
| Datum:                          | 03. 09. 2013  |   |
| Bemerkung:                      | Die Reihenfolge der Bilder entspricht der Messreihenfolge |   |

Verzeichnis der nachfolgenden Bilder: G:\ITL\ITL\_500\_Forschung\95-503\_Schweizer\_Nationalpark\bilder\_skizzen\_scans\2013\MuntChavagl\_3.9.13\



Messmarke Nr. 266



Messmarke Nr. 201



Messmarke Nr. 102

Beilage 1

7



Messmarke Nr. 1



Messmarke Nr. 180



Messmarke Nr. 259



Messmarke Nr. 301





Messmarke Nr. 4



Messmarke Nr. 204



Messmarke Nr. 2



Messmarke Nr. 202





Messmarke Nr. 203



Messmarke Nr. 206



Messmarke Nr. 109



Messmarke Nr. 108



Messmarke Nr. 107



Messmarke Nr. 158



Messmarke Nr. 210



Messmarke Nr. 209





Messmarke Nr. 208



Messmarke Nr. 112



Messmarke Nr. 111



Messmarke Nr. 11

Beilage 1



12

Messmarke Nr. 211



Messmarke Nr. 122



Messmarke Nr. 212



Messmarke Nr. 118





Messmarke Nr. 214



Messmarke Nr. 156



Messmarke Nr. 49



Messmarke Nr. 48





Messmarke Nr. 47



Messmarke Nr. 46



Messmarke Nr. 45



Messmarke Nr. 143



Messmarke Nr. 170



Messmarke Nr. 44



Messmarke Nr. 43



Messmarke Nr. 219





Messmarke Nr. 41



Messmarke Nr. 141



Messmarke Nr. 140



Messmarke Nr. 138



Messmarke Nr. 137



Messmarke Nr. 34



Messmarke Nr. 35



Messmarke Nr. 36





Messmarke Nr. 37



Messmarke Nr. 38



Messmarke Nr. 197



Messmarke Nr. 40





Messmarke Nr. 27



Messmarke Nr. 28



Messmarke Nr. 29



Messmarke Nr. 30



Messmarke Nr. 218



Messmarke Nr. 31



Messmarke Nr. 32



Messmarke Nr. 133





Messmarke Nr. 184



Messmarke Nr. 12



Messmarke Nr. 13



Messmarke Nr. 125



Messmarke Nr. 215

Messmarke Nr. 14

Messmarke Nr. 15

Messmarke Nr. 216





Messmarke Nr. 16



Messmarke Nr. 17



Messmarke Nr. 217



Messmarke Nr. 19





Messmarke Nr. 26



Messmarke Nr. 25



Messmarke Nr. 24



Messmarke Nr. 20



Messmarke Nr. 21



Messmarke Nr. 22



Messmarke Nr. 23



Messmarke Nr. 50



Beilage 1

26



Messmarke Nr. 236



Messmarke Nr. 51



Messmarke Nr. 264



Messmarke Nr. 260





Messmarke Nr. 55



Messmarke Nr. 56



Messmarke Nr. 57



Messmarke Nr. 58



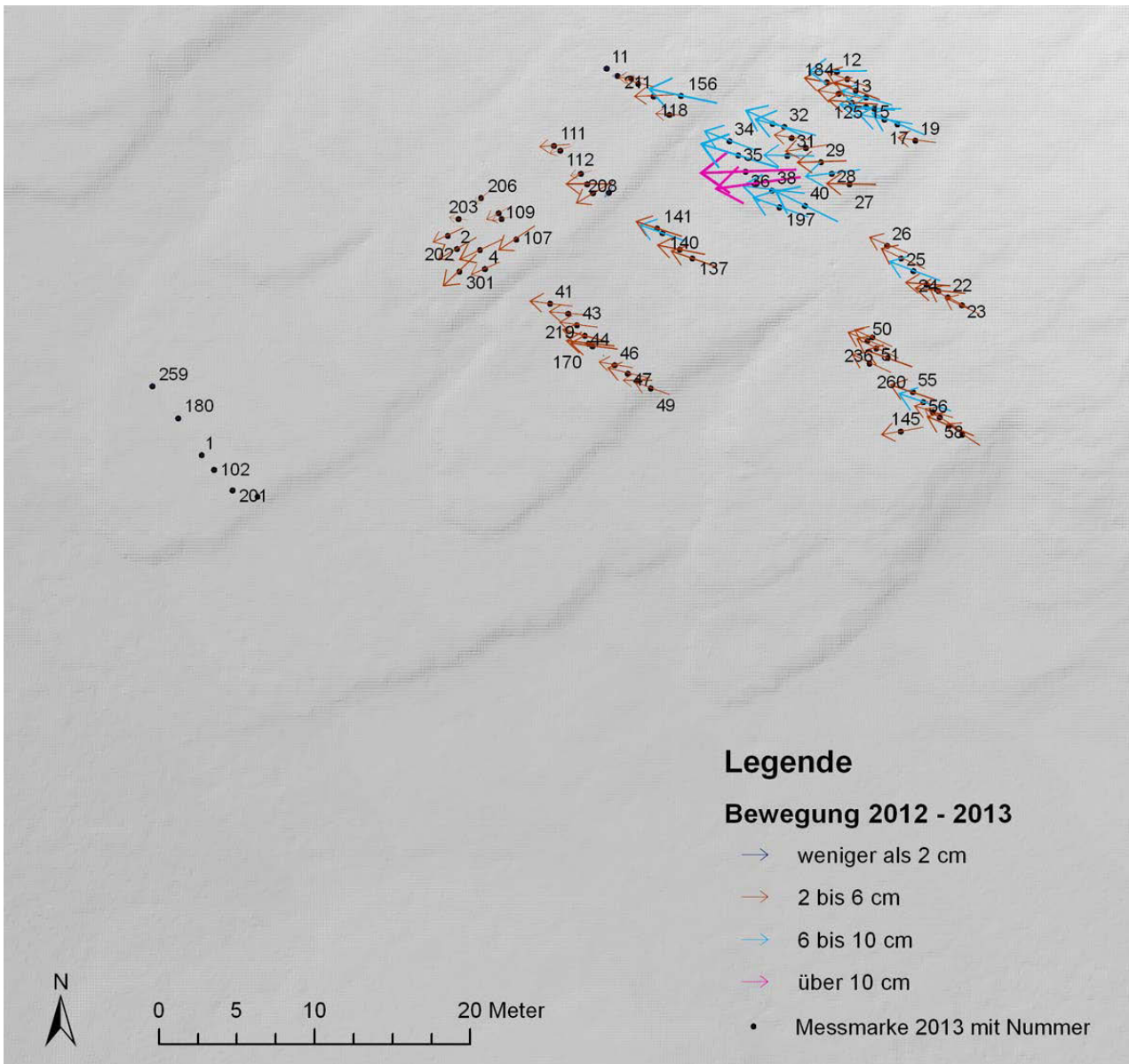
Messmarke Nr. 59



Messmarke Nr. 60

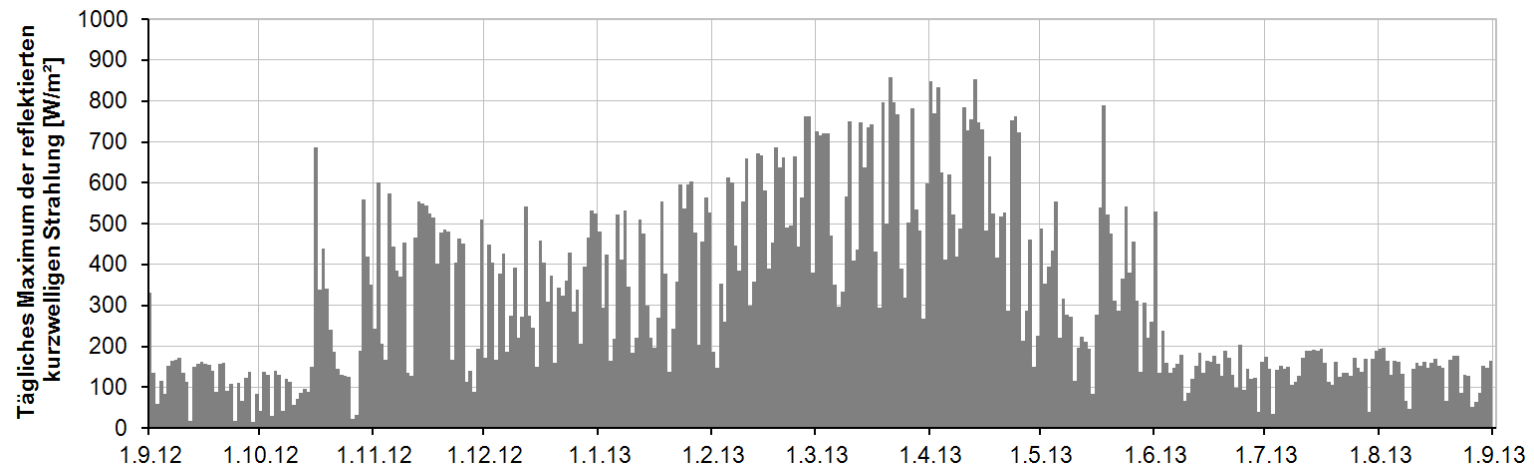


Messmarke Nr. 145

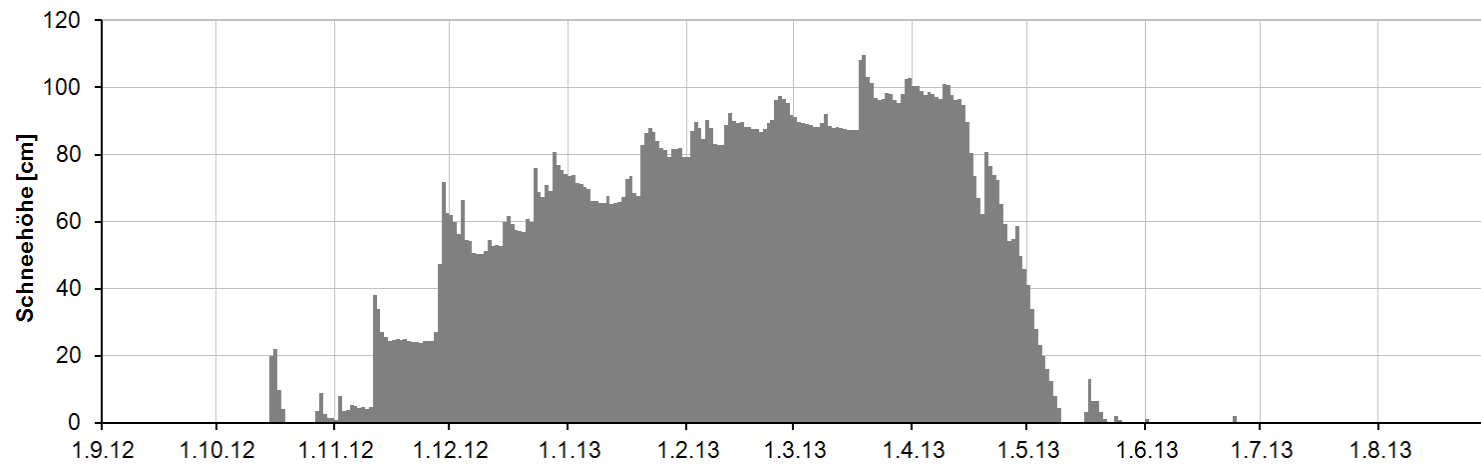


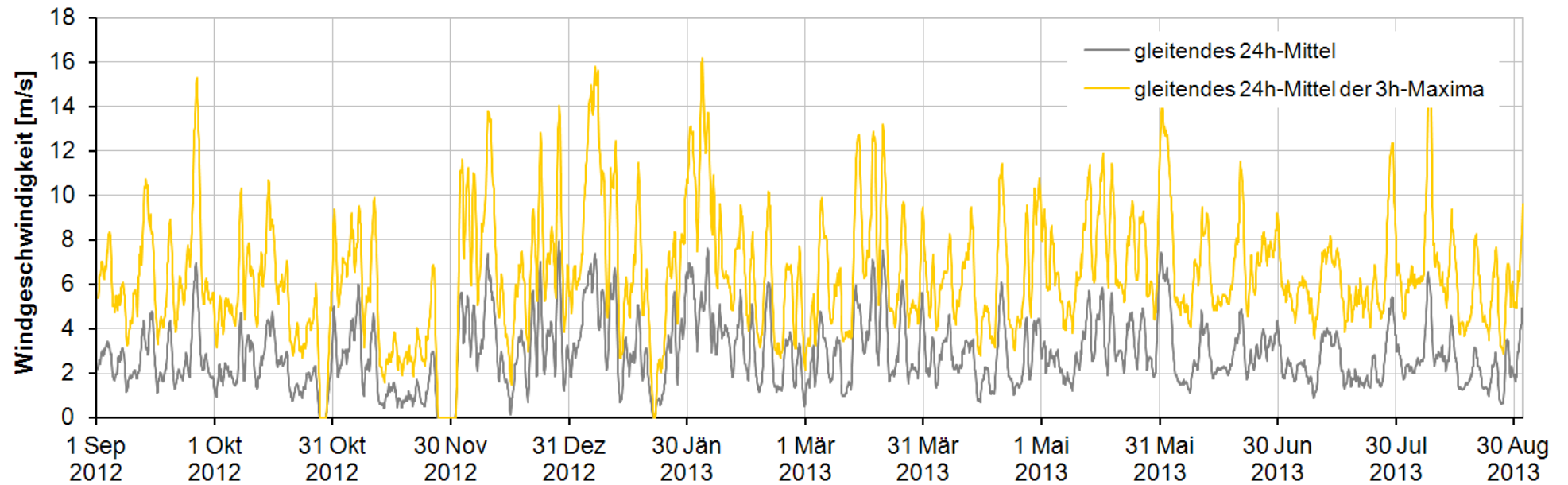


**Reflexion kurzweiliger Strahlung, Munt Chavagl 2012/2013**

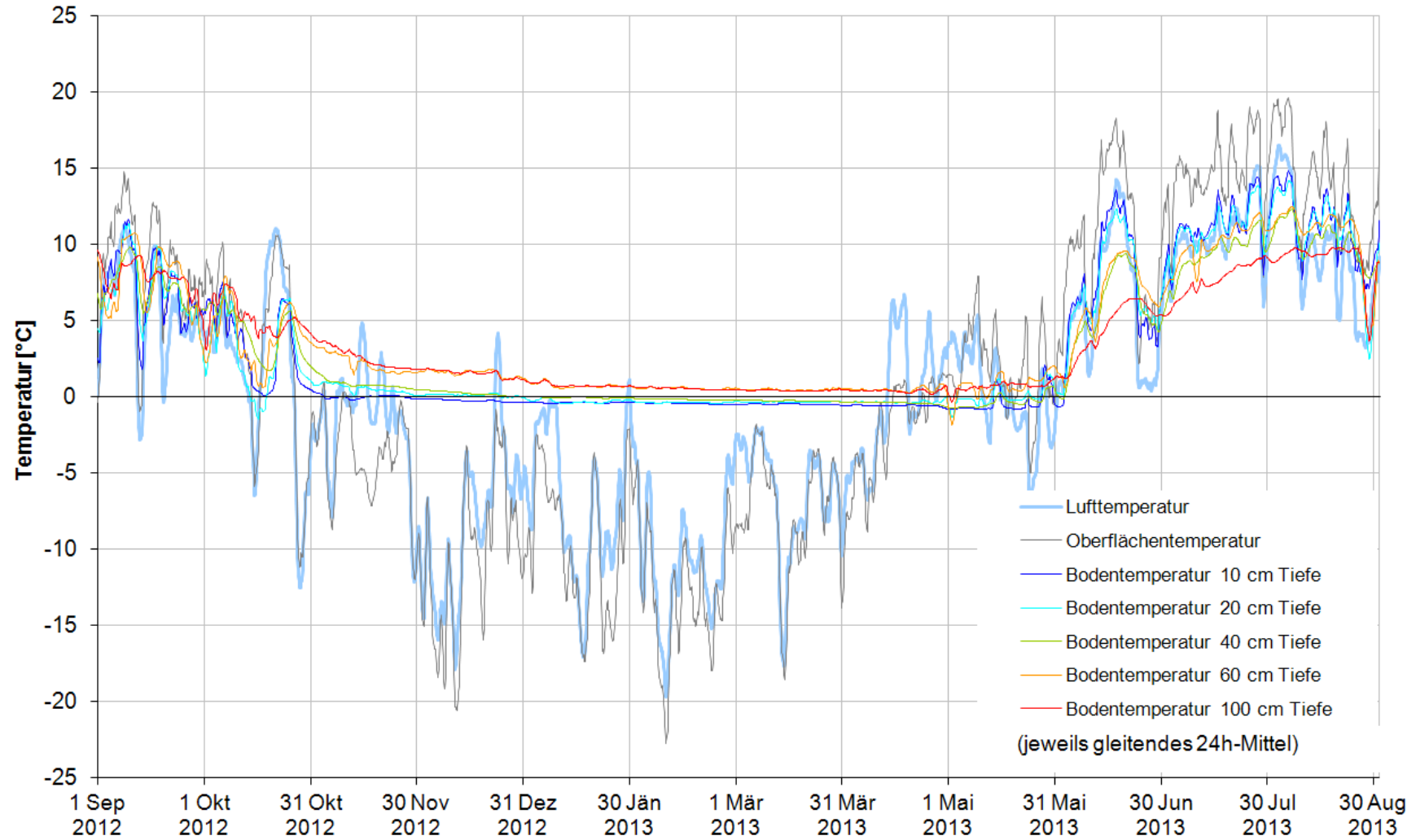


**Schneehöhe, Munt Chavagl 2012/2013**



**Windgeschwindigkeiten, Munt Chavagl 2012/2013**

Temperaturen, Munt Chavagl 2012/2013





### Monatsmittelwerte, Maxima und Minima von September 2012 bis August 2013

Mit "Max." bzw. "Min." beschriftete Spalten enthalten die Monatsmaxima bzw. -minima, alle anderen Werte sind Monatsmittelwerte.

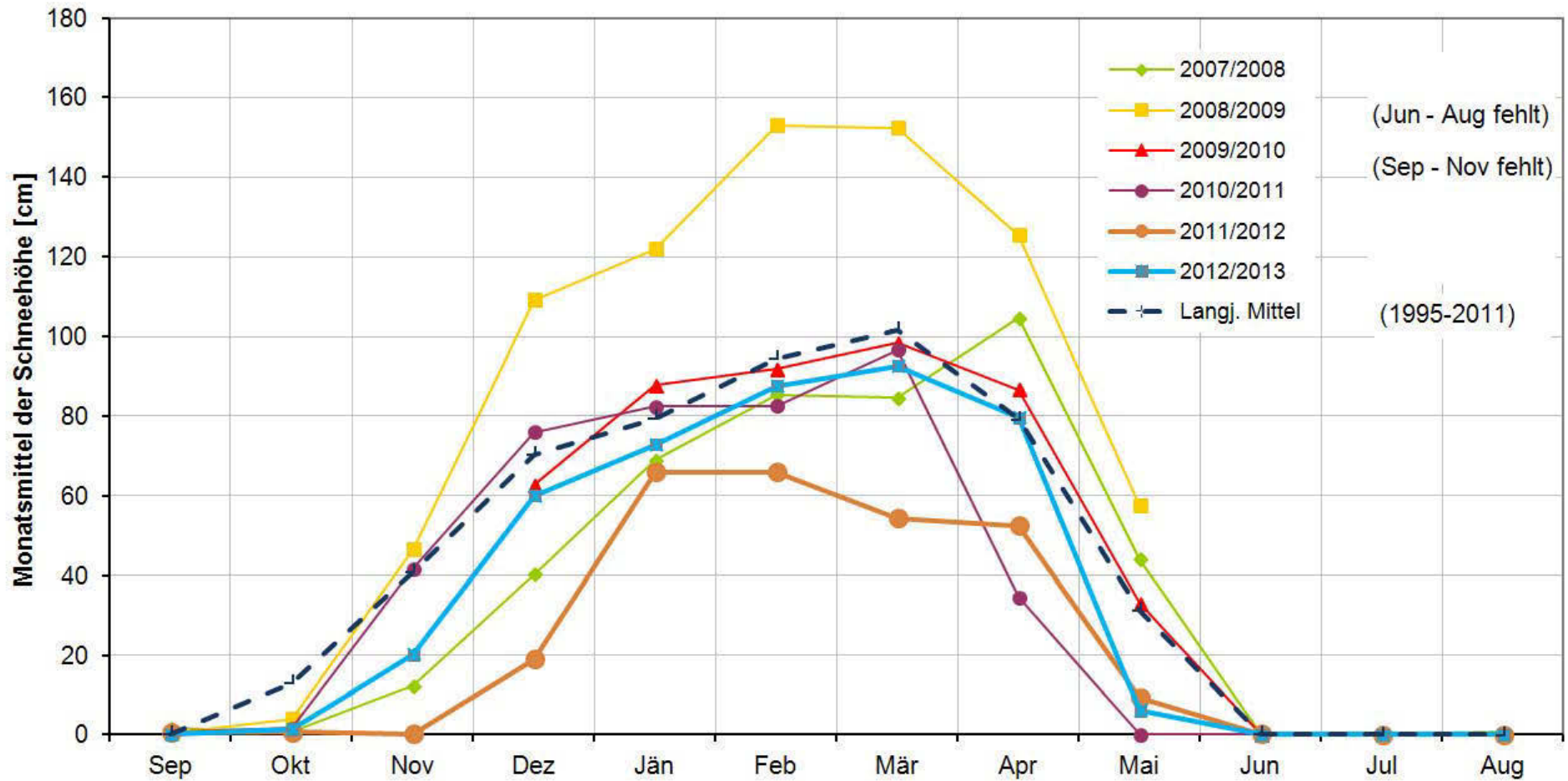
|                     | Temperaturen [C°]   |       |       |       |       |        |       |        |                 | reflektierte<br>kurzw. Strah-<br>lung [W/m <sup>2</sup> ] | Windgeschwin-<br>digkeit [m/s] |       | Schnee-<br>höhe<br>[cm] |
|---------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-----------------|---|--------------------------------|-------|-------------------------|
|                     | Boden in Tiefe [cm] |       |       |       |       | Luft   |       |        | Ober-<br>fläche |   | Mittel                         | Max.  |                         |
|                     | 100                 | 60    | 40    | 20    | 10    | Mittel | Max.  | Min.   |                 |   |                                |       |                         |
| <b>Sep</b>          | 7.91                | 7.80  | 7.30  | 7.08  | 7.08  | 5.76   | 17.16 | -4.67  | 8.42            | 39.25   | 2.71                           | 18.50 | 0.00                    |
| <b>Okt</b>          | 5.17                | 4.02  | 4.30  | 2.87  | 3.37  | 2.22   | 16.51 | -13.96 | 3.57            | 51.13   | 2.14                           | 15.75 | 1.33                    |
| <b>Nov</b>          | 2.63                | 2.25  | 0.88  | 0.56  | 0.01  | -1.43  | 13.43 | -13.57 | -3.69           | 92.17   | 1.76                           | 12.00 | 20.11                   |
| <b>Dez</b>          | 1.55                | 1.56  | 0.23  | 0.11  | -0.25 | -8.31  | 8.39  | -20.43 | -10.55          | 76.88   | 3.35                           | 23.25 | 60.04                   |
| <b>Jän</b>          | 0.78                | 0.74  | -0.04 | -0.29 | -0.37 | -6.87  | 5.11  | -18.16 | -9.55           | 92.34   | 3.66                           | 22.00 | 72.89                   |
| <b>Feb</b>          | 0.54                | 0.56  | -0.16 | -0.37 | -0.44 | -11.02 | 1.81  | -22.98 | -12.90          | 135.94  | 3.45                           | 21.50 | 87.58                   |
| <b>Mär</b>          | 0.43                | 0.47  | -0.26 | -0.34 | -0.48 | -6.26  | 8.48  | -20.39 | -7.37           | 171.00  | 3.25                           | 17.75 | 92.66                   |
| <b>Apr</b>          | 0.39                | 0.48  | -0.39 | -0.34 | -0.57 | -0.67  | 13.70 | -14.92 | -2.55           | 190.52  | 2.68                           | 14.75 | 79.63                   |
| <b>Mai</b>          | 0.68                | 0.70  | -0.33 | 0.04  | -0.39 | 0.16   | 8.94  | -8.39  | 1.85            | 115.08  | 3.27                           | 15.75 | 6.04                    |
| <b>Jun</b>          | 4.31                | 6.10  | 5.37  | 6.90  | 7.00  | 5.73   | 19.79 | -2.91  | 9.97            | 55.97   | 3.03                           | 15.25 | 0.02                    |
| <b>Jul</b>          | 7.59                | 9.91  | 9.23  | 10.92 | 11.10 | 10.49  | 20.23 | 2.47   | 14.50           | 53.02   | 2.46                           | 16.25 | 0.00                    |
| <b>Aug</b>          | 9.82                | 12.00 | 11.17 | 12.43 | 12.38 | 11.74  | 23.44 | 0.58   | 15.61           | 52.24   | 2.69                           | 23.00 | 0.00                    |
| <b>Jahresmittel</b> | 3.50                | 3.91  | 3.13  | 3.32  | 3.23  | 0.20   | -     | -      | 0.69            | 93.44   | 2.87                           | -     | 34.70                   |

**Langjährige Monatsmittelwerte aller erhobenen Parameter von 1995 bis 2013**

|                     | Temperaturen [C°]   |      |       |       |       | Luft  | Oberfläche | reflektierte kurzw. Strahlung [W/m²] | Windgeschwindigkeit [m/s] | Schneehöhe [cm] |
|---------------------|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------|
|                     | Boden in Tiefe [cm] |      |       |       |       |       |            |                                      |                           |                 |
|                     | 100                 | 60   | 40    | 20    | 10    |       |            |                                      |                           |                 |
| <b>Sep</b>          | 7.15                | 7.50 | 6.62  | 6.66  | 6.30  | 4.41  | 8.06       | 38.22                                | 2.68                      | 0.18            |
| <b>Okt</b>          | 4.71                | 4.46 | 3.78  | 3.29  | 3.21  | 2.14  | 3.35       | 44.69                                | 2.40                      | 13.01           |
| <b>Nov</b>          | 2.25                | 1.61 | 0.80  | 0.15  | -0.07 | -3.51 | -4.72      | 74.50                                | 2.88                      | 39.54           |
| <b>Dez</b>          | 1.13                | 0.82 | 0.00  | -0.29 | -0.45 | -6.33 | -9.50      | 79.82                                | 3.03                      | 69.23           |
| <b>Jän</b>          | 0.60                | 0.44 | -0.24 | -0.48 | -0.59 | -6.58 | -10.39     | 96.55                                | 3.27                      | 78.84           |
| <b>Feb</b>          | 0.28                | 0.18 | -0.37 | -0.56 | -0.58 | -7.61 | -10.49     | 135.19                               | 3.66                      | 94.65           |
| <b>Mär</b>          | 0.24                | 0.20 | -0.39 | -0.42 | -0.48 | -5.09 | -7.13      | 176.46                               | 3.38                      | 101.39          |
| <b>Apr</b>          | 0.30                | 0.39 | -0.22 | -0.11 | -0.12 | -2.06 | -2.98      | 189.02                               | 3.01                      | 82.03           |
| <b>Mai</b>          | 1.01                | 1.43 | 0.86  | 1.58  | 1.58  | 2.79  | 3.21       | 122.55                               | 2.89                      | 31.48           |
| <b>Jun</b>          | 4.53                | 6.21 | 6.36  | 7.56  | 8.12  | 6.92  | 11.14      | 53.70                                | 2.94                      | 0.07            |
| <b>Jul</b>          | 7.27                | 8.85 | 8.52  | 9.58  | 9.75  | 8.31  | 12.63      | 50.30                                | 2.97                      | 0.00            |
| <b>Aug</b>          | 8.07                | 9.50 | 9.08  | 9.76  | 9.89  | 8.79  | 12.77      | 42.70                                | 2.58                      | 0.00            |
| <b>Jahresmittel</b> | 3.13                | 3.47 | 2.90  | 3.06  | 3.05  | 0.18  | 0.50       | 91.97                                | 2.97                      | 42.54           |

| Datenlücken  |  |  | 01.01.99 - 01.08.00 |  | 01.01.99 - 01.08.00 |                     | bis 31.12.97 | bis 31.12.97 | bis 31.12.97 | bis 31.12.97 |
|--|--|--|---------------------|--|---------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Für folgende Zeiträume fehlen sämtliche Parameter: |  |  |                     |  |                     |                     |              |              |              |              |
|  |  |  |                     |  |                     | 22.08.97 - 31.12.98 |              |              |              |              |
|  |  |  |                     |  |                     | 16.11.05 - 13.12.06 |              |              |              |              |
|  |  |  |                     |  |                     | 06.06.10 - 26.11.10 |              |              |              |              |

Vergleich der Schneehöhe im Jahresverlauf der letzten Jahre, Munt Chavagl





### Vergleich der Lufttemperatur im Jahresverlauf der letzten Jahre, Munt Chavagl

