

Wissenschaftliche Nationalparkkommission

Messfeld am Munt Chavagl

Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark

Bericht über die Klima- und Erdstrommessungen von September 2013 bis August 2014



Europäisches Tourismus Institut (ETI)
Quadratscha 18, CH-7503 Samedan
Tel. ++41 (81) 851 06 29, FAX ++41 (81) 851 06 25

Messfeld am Munt Chavagl

Wissenschaftliche Nationalparkkommission

Projekt Nr. 95/503

**Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark
Bericht über die Klima- und Erdstrommessungen
von September 2013 bis August 2014**

Projektleitung:

Dr. sc. nat. ETH Felix Keller

Academia Engiadina, Europäisches Tourismus Institut, 7503 Samedan

Klimastation und Erdstrommessungen am Munt Chavagl 2013/2014

Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark

Zweck des Berichts

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Erdstrommessungen 2014 am Munt Chavagl zusammen und liefert eine Übersicht über die gemessenen Klimadaten von 1. September 2013 bis 31. August 2014. 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 Solifluktionsszungen 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 (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 2013/2014

Der Auswertungszeitraum dieses Berichts läuft von 1. September 2013 bis zum 31. August 2014, 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 2012/2013 an, der die Messungen bis 31. August 2013 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

Die Zeit vom 1.9.13 bis zum 31.8.14, nachfolgend das „vergangene Jahr“ genannt, war mit 0.66°C um 0.45°C wärmer als der langjährige Durchschnitt der letzten 19 Jahre und reiht sich als 4. wärmstes Jahr in die Tabelle ein. Typisch für das vergangene Jahr waren die überdurchschnittlich warmen Wintermonate Dezember bis März und die unterdurchschnittlich kühlen Sommermonate Juli und August. Seit Bestehen der Messstation 1995 war nur der Winter 06/07 noch wärmer als 13/14 und nur der Sommer 96/97 gleich kühl wie 13/14.

Der Februar war der einzige Monat mit einem gleitenden 24h-Mittel der Temperatur permanent unter dem Gefrierpunkt.

Mit einer monatlichen Durchschnittstemperatur von 6°C wurde 2014 der kälteste August seit 1995 aufgezeichnet.

Schneebedeckung

Der Standort der Klimastation wurde am 9. November 2013 eingeschneit. Ab Ende Dezember baute sich eine überdurchschnittlich mächtige Schneedecke auf, die am 17. Februar mit 160 cm ihren Höhepunkt erreichte. Im Vergleich mit den durchschnittlichen Schneehöhen der Monate Dezember bis März belegt das vergangene Jahr den 4. Rang seit 1995. Ab dem 24. Mai war die Stelle wieder schneefrei. Die Dauer der Schneebedeckung entsprach ungefähr dem langjährigen Durchschnitt.

Im Monat Oktober fiel dreimal Schnee, der jeweils für eine kurze Zeit liegen blieb. Am 11.10. wurden sogar 50 cm Schnee gemessen. Insgesamt lag in diesem Monat an 13 Tagen Schnee.

Strahlung

Der reflektierte Anteil der kurzwelligen Strahlung liefert zuverlässige Hinweise über die Schneebedeckung. Insbesondere der kurzfristige Anstieg der Reflexion im Herbst ist auf die Schneefälle zurückzuführen. Die Oktober-Schneefälle werden durch die Reflexion der kurzwelligen Strahlung gut abgebildet. Mit dem Vorhandensein einer geschlossenen Schneedecke im Winter weist auch die reflektierte Strahlung hohe Werte auf.

Windgeschwindigkeit

Die Windgeschwindigkeit weist das ganze Jahr über relativ grosse Schwankungen auf. Die typischerweise höheren Windgeschwindigkeiten während den Wintermonaten wurden in der vergangenen Messperiode deutlich bestätigt. Hohe Windgeschwindigkeiten verzeichneten die Monate Dezember, Januar und März. Auch im April und Mai wurden nochmals

Spitzenwerte des gleitenden 24h-Mittels der 3h-Maxima von über 14m/s gemessen. Das höchste 24h-Maxima wurde am 25. Januar mit über 25m/s resp. 90km/h registriert.

Bodentemperaturen

Vergleicht man die Bodentemperaturen in allen Tiefen mit dem langjährigen Durchschnitt, sieht man, dass im Oktober und November eher zu kühle, vom Dezember bis März eher überdurchschnittliche und im Juli und August zu tiefe Werte gemessen wurden. Einige Messwerte sind jedoch unwahrscheinlich und weisen auf allfällige Fehlmessungen oder Beschädigungen der Temperaturfühler hin. So ist während der Schneebedeckung die Temperatur in 40cm kälter als in 20cm Tiefe. In den Sommermonaten verzeichnet die Temperatur in 100cm Tiefe grosse Schwankungen, die sogar negative Werte annimmt (vergleiche Beilage 3).

Diese Messresultate erwecken den Verdacht, dass die Temperaturfühler in 40cm und 100cm Tiefe nicht mehr richtig messen. Deshalb schlagen wir vor, im kommenden Sommer die Fühler in Zusammenarbeit mit Dr. H. U. Gubler, Firma ALPUG, Davos, zu ersetzen.

Erdstrommessungen 2013

Die Vermessung der Bewegungsmarken fand am 19. September 2014 statt. Es wurden insgesamt 91 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. Drei Marken konnten nicht mehr aufgefunden werden (301, 49 und 29). Wir haben sie durch neue Pflöcke ersetzt und haben neue Nummern vergeben (302, 303 und 304).

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

Die Bewegungsbeträge sind im Vergleich mit den früheren Messungen relativ gering. Mit 49 verzeichnen mehr als die Hälfte aller Messmarken eine kleinere Bewegung als 2 cm. 35 Messmarken bewegten sich zwischen 2 und 6 cm. Nur 4 Marken wiesen Beträge zwischen 6 und 10 cm auf, drei davon befinden sich auf der orographisch rechten Lobbe, wo auch in vergangenen Jahren relativ hohe Beträge gemessen wurden.

Berechnet man die durchschnittlichen jährlichen Bewegungsbeträge zwischen 2000 und 2014, 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 im Jahr 2012 ins neue Koordinatensystem LV95 und von ArcInfo Coverage in eine ArcGIS Geodatabase transformiert wurden, wäre es wünschenswert, eine Auswerteroutine zu entwickeln, welche den Einsatz von ArcInfo aml ersetzt. Bis es soweit ist, 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 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 2014
- Beilage 2 Karte mit Bewegungsraten der Bewegungsmarken 2013 – 2014
- Beilage 3 Diagramme des Jahresverlaufs der erhobenen Parameter von 1. September 2013 bis 31. August 2014 (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 | |  HÖHERE FACHSCHULE FÜR TOURISMUS GRAUBÜNDEN |
| Foto-Protokoll | | |
| Anlass: | Bewegungsmessungen Munt Chavagl | |
| Datum: | 19. September 2014 | |
| Bemerkung: | Die Reihenfolge der Bilder entspricht der Messreihenfolge | |

Verzeichnis der nachfolgenden Bilder: G:\ITL\ITL_500_Forschung\95-503_Schweizer_Nationalpark\bilder_skizzen_scans\2014\MuntChavagl_klein\



Messmarke Nr. 266



Messmarke Nr. 201



Messmarke Nr. 102



Messmarke Nr. 1



Messmarke Nr. 180



Messmarke Nr. 259



Messmarke Nr. 302



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. 209



Messmarke Nr. 208



Messmarke Nr. 112



Messmarke Nr. 111



Messmarke Nr. 11



Messmarke Nr. 211



Messmarke Nr. 122



Messmarke Nr. 212



Messmarke Nr. 118



Messmarke Nr. 214



Messmarke Nr. 156



Messmarke Nr. 48



Messmarke Nr. 303



Messmarke Nr. 303



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. 141



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. 304



Messmarke Nr. 304



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



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

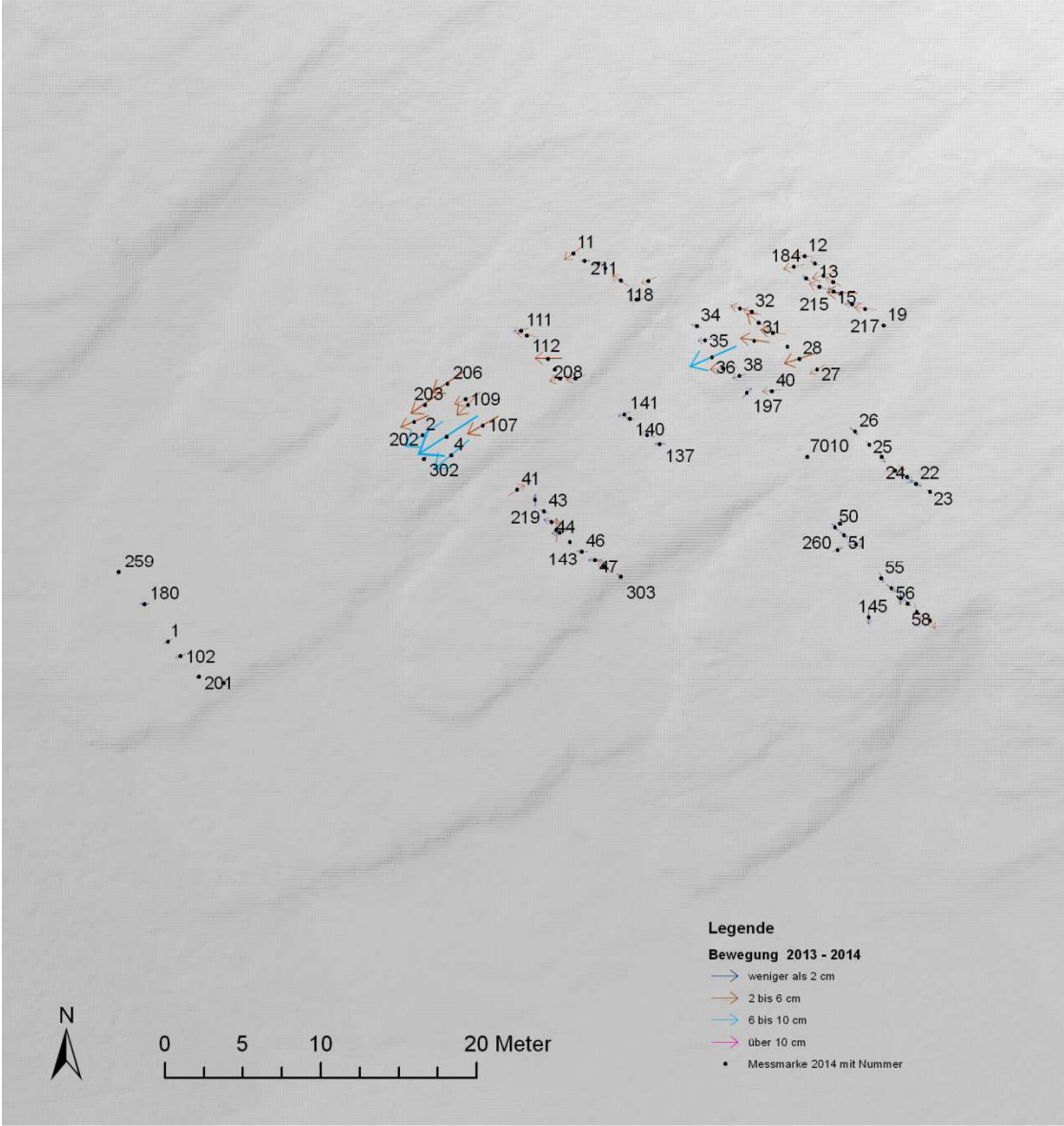


Messmarke Nr. 41

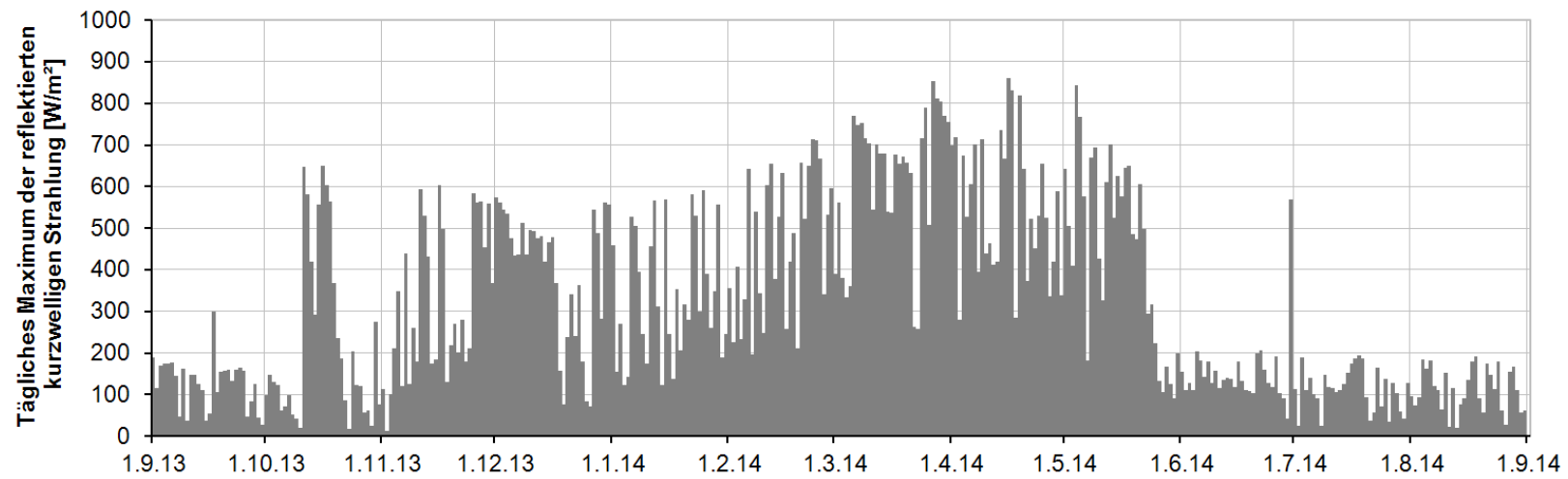


Klimastation

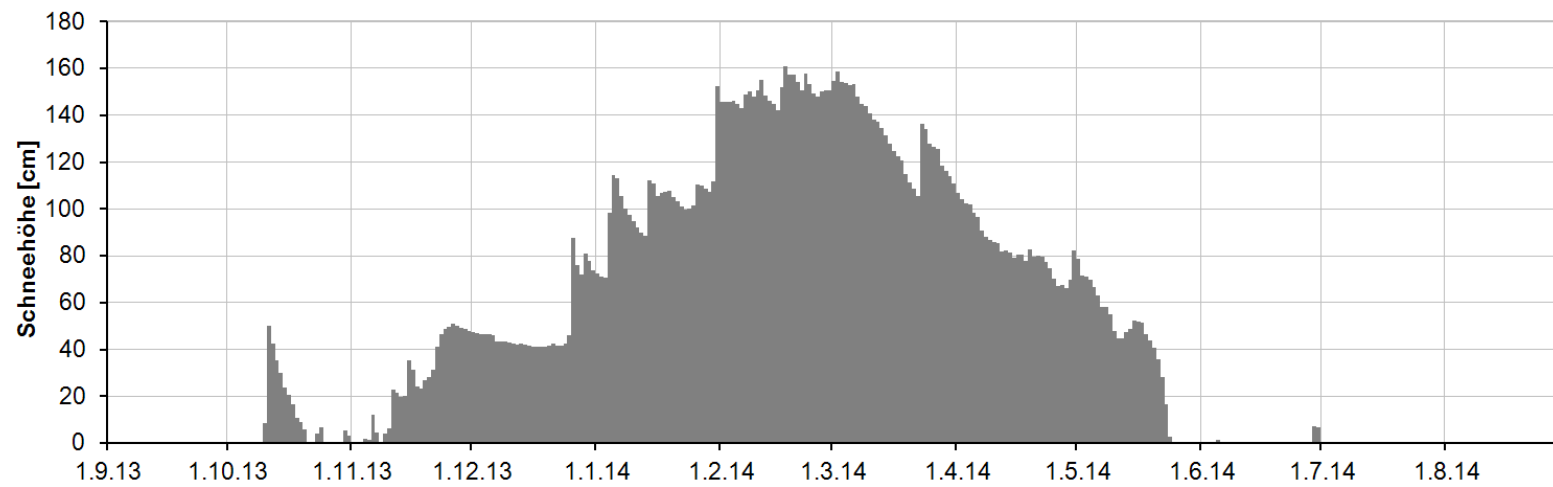
Für das Protokoll:
Christine Levy

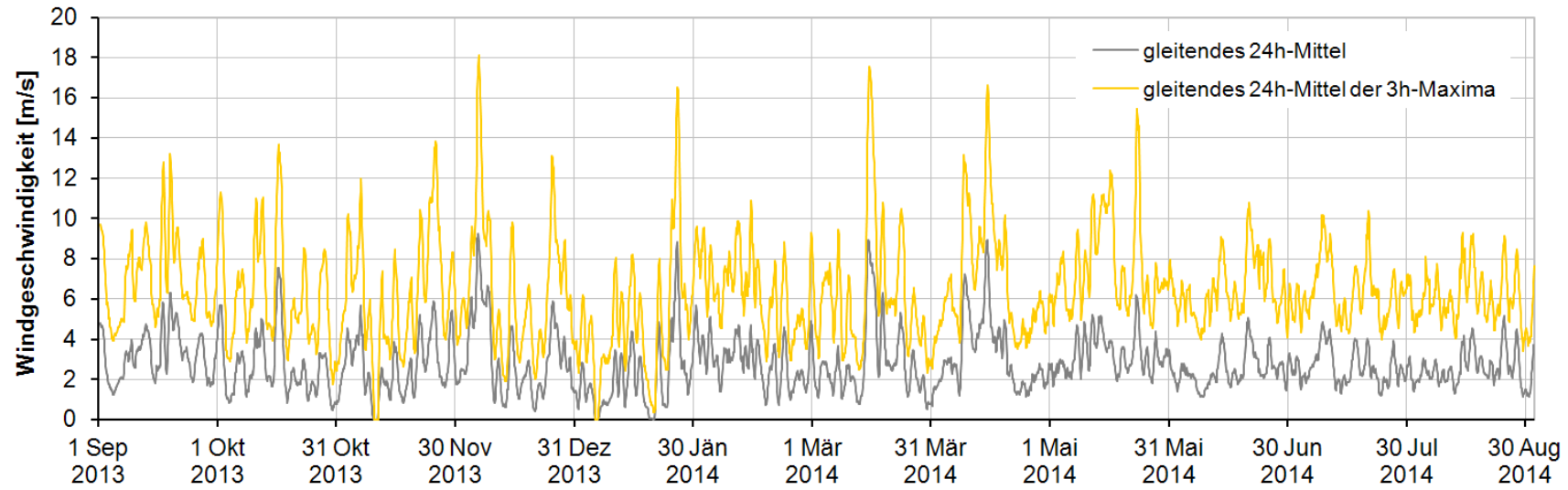


Reflexion kurzweiliger Strahlung, Munt Chavagl 2013/2014

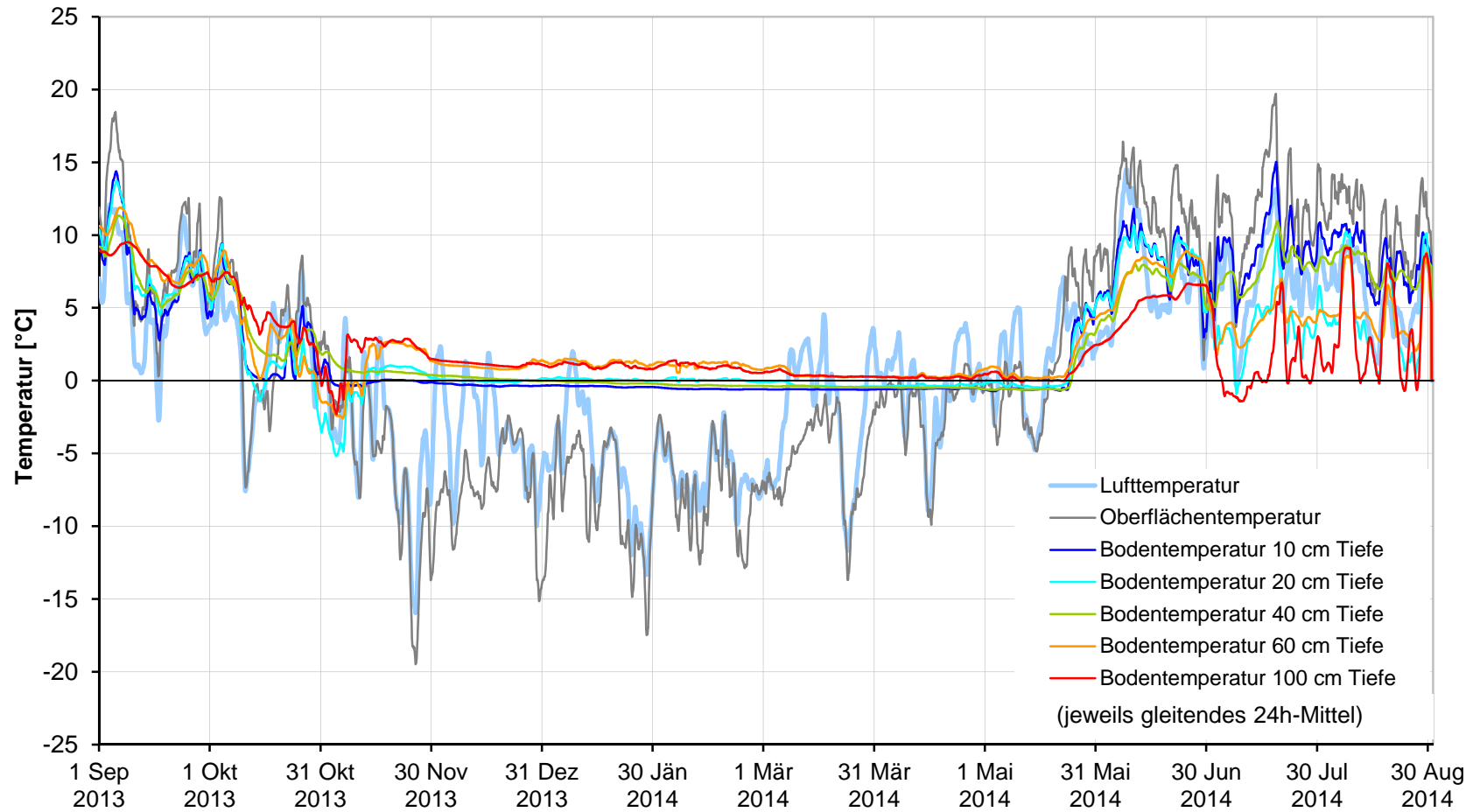


Schneehöhe, Munt Chavagl 2013/2014



Windgeschwindigkeiten, Munt Chavagl 2013/2014

Temperaturen, Munt Chavagl 2013/2014



Monatsmittelwerte, Maxima und Minima von September 2013 bis August 2014

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

| | Temperaturen [C°] | | | | | | | | | reflektierte kurzw. Strah- lung [W/m²] | Windgeschwin- digkeit [m/s] | | Schnee- höhe [cm] |
|---------------------|---------------------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-----------------|--|--------------------------------|-------|-------------------------|
| | Boden in Tiefe [cm] | | | | | Luft | | | Ober- fläche | | Mittel | Max. | |
| | 100 | 60 | 40 | 20 | 10 | Mittel | Max. | Min. | | | | | |
| Sep | 7.95 | 8.86 | 7.57 | 8.05 | 7.41 | 6.03 | 18.39 | -4.31 | 9.06 | 39.42 | 3.24 | 18.00 | 0.00 |
| Okt | 4.68 | 3.53 | 3.73 | 2.54 | 2.93 | 2.24 | 14.05 | -9.02 | 3.31 | 61.86 | 2.61 | 17.50 | 7.02 |
| Nov | 1.82 | 0.82 | 0.77 | -0.63 | -0.03 | -3.90 | 12.68 | -19.03 | -5.14 | 78.94 | 2.65 | 24.00 | 22.97 |
| Dez | 1.17 | 1.01 | 0.16 | 0.01 | -0.31 | -3.34 | 10.54 | -12.69 | -7.38 | 92.83 | 3.07 | 20.00 | 48.83 |
| Jän | 1.02 | 1.24 | -0.13 | 0.09 | -0.40 | -5.51 | 8.29 | -15.37 | -8.01 | 80.36 | 2.18 | 25.50 | 98.99 |
| Feb | 0.96 | 1.09 | -0.32 | 0.05 | -0.57 | -6.32 | 1.94 | -13.95 | -7.55 | 123.03 | 2.79 | 16.50 | 147.03 |
| Mär | 0.40 | 0.45 | -0.41 | -0.31 | -0.60 | -2.51 | 16.99 | -14.20 | -5.47 | 189.78 | 2.90 | 23.75 | 130.28 |
| Apr | 0.22 | 0.32 | -0.48 | -0.34 | -0.56 | -0.35 | 12.62 | -12.41 | -1.91 | 186.32 | 3.16 | 19.25 | 82.44 |
| Mai | 0.49 | 1.05 | 0.07 | 0.70 | 0.54 | 1.37 | 11.57 | -6.87 | 1.35 | 156.05 | 3.27 | 23.25 | 37.07 |
| Jun | 5.10 | 7.32 | 6.68 | 8.24 | 8.26 | 7.00 | 19.82 | -1.72 | 10.98 | 52.98 | 2.47 | 20.25 | 0.14 |
| Jul | 1.20 | 4.09 | 7.54 | 3.88 | 8.83 | 6.77 | 20.08 | -1.75 | 11.35 | 39.09 | 2.63 | 17.25 | 0.00 |
| Aug | 3.43 | 4.67 | 7.83 | 4.41 | 8.47 | 5.98 | 15.26 | -1.85 | 10.53 | 36.88 | 2.53 | 18.50 | 0.01 |
| Jahresmittel | 2.37 | 2.87 | 2.77 | 2.22 | 2.85 | 0.66 | - | - | 0.97 | 94.62 | 2.79 | - | 47.32 |

Langjährige Monatsmittelwerte aller erhobenen Parameter von 1995 bis 2014

| | Temperaturen [C°] | | | | | Luft | Oberfläche | reflektierte kurzw. Strahlung [W/m²] | Windgeschwindigkeit [m/s] | Schneehöhe [cm] |
|---------------------|---------------------|------|-------|-------|-------|-------|------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| | Boden in Tiefe [cm] | | | | | | | | | |
| | 100 | 60 | 40 | 20 | 10 | | | | | |
| Sep | 7.15 | 7.57 | 6.63 | 6.72 | 6.32 | 4.43 | 8.10 | 38.23 | 2.71 | 0.18 |
| Okt | 4.68 | 4.43 | 3.75 | 3.27 | 3.18 | 2.14 | 3.34 | 45.36 | 2.43 | 13.37 |
| Nov | 2.19 | 1.52 | 0.79 | 0.07 | -0.08 | -3.67 | -4.81 | 73.67 | 2.93 | 39.72 |
| Dez | 1.11 | 0.78 | -0.01 | -0.30 | -0.46 | -6.02 | -9.30 | 80.81 | 3.01 | 68.53 |
| Jän | 0.62 | 0.47 | -0.25 | -0.45 | -0.59 | -6.49 | -10.29 | 95.80 | 3.18 | 80.47 |
| Feb | 0.30 | 0.21 | -0.38 | -0.54 | -0.59 | -7.32 | -10.16 | 134.38 | 3.62 | 98.36 |
| Mär | 0.24 | 0.20 | -0.40 | -0.42 | -0.49 | -4.86 | -7.01 | 177.64 | 3.36 | 103.74 |
| Apr | 0.29 | 0.38 | -0.23 | -0.11 | -0.12 | -2.04 | -2.94 | 188.76 | 3.04 | 82.20 |
| Mai | 1.00 | 1.45 | 0.89 | 1.62 | 1.64 | 2.86 | 3.18 | 125.11 | 2.88 | 33.42 |
| Jun | 4.58 | 6.29 | 6.44 | 7.64 | 8.20 | 7.00 | 11.20 | 53.51 | 2.90 | 0.08 |
| Jul | 6.87 | 8.49 | 8.41 | 9.14 | 9.61 | 8.07 | 12.43 | 49.43 | 2.99 | 0.00 |
| Aug | 7.67 | 9.05 | 8.87 | 9.26 | 9.64 | 8.43 | 12.45 | 41.74 | 2.57 | 0.00 |
| Jahresmittel | 3.06 | 3.40 | 2.88 | 2.99 | 3.02 | 0.21 | 0.52 | 92.04 | 2.97 | 43.34 |

| 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

