

Wissenschaftliche Nationalparkkommission

## Messfeld am Munt Chavagl

# Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark

## Bericht über die Klima- und Erdstrommessungen von September 2015 bis August 2016



*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 2015 bis August 2016**

Projektleitung:

Dr. sc. nat. ETH Felix Keller

Academia Engiadina, Europäisches Tourismus Institut, 7503 Samedan



# Klimastation und Erdstrommessungen am Munt Chavagl 2015/2016

---

Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark

## **Zweck des Berichts**

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Erdstrommessungen 2015 am Munt Chavagl zusammen und liefert eine Übersicht über die gemessenen Klimadaten vom 1. September 2015 bis 31. August 2016. 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 sich selber nicht im Permafrost befindet.

## **Klimamessungen 2015/2016**

Der Auswertungszeitraum dieses Berichts läuft vom 1. September 2015 bis zum 31. August 2016. Der Bericht schließt nahtlos an den Bericht 2014/2015 an, der die Messungen bis 31. August 2015 umfasst. Da die Klimastation im August 2015 durch Blitzschlag beschädigt wurde, fehlen die Messungen der Schneehöhe und des Windes für den gesamten Auswertungszeitraum. Am 22. September 2015 wurden die Temperaturfühler im Boden durch Hansueli Gubler der Firma Alpug AG ersetzt. Seither liefern diese wieder verlässliche Werte, dafür ist an diesem Tag der Temperaturfühler an der Oberfläche ausgestiegen. Beim nächsten Besuch bei der Klimastation ist zu prüfen, ob dieser beschädigt wurde oder vielleicht nicht richtig angeschlossen ist.

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

### **Lufttemperaturen**

Der Herbst 2015 begann kühl, viele Nord- und Nordwestströmungen verhalfen den Monaten September und Oktober 2015 zu Temperaturen, die unter dem langjährigen Durchschnitt der Jahre 1995 – 2016 liegen. Dagegen präsentierten sich November und Dezember 2015 überdurchschnittlich warm. Besonders der Dezember sticht mit einer durchschnittlichen Monatstemperatur von 0.5°C deutlich hervor und übertrifft den Dezember 2013, den zweitwärmsten Dezember seit 1995, um 4.14°C. Anschliessend verlief die durchschnittliche Monatstemperatur ohne nennenswerte Ausreisser, die Monate März, Mai und Juni verzeichneten leicht unterdurchschnittliche Temperaturen, Februar und Juli waren überdurchschnittlich warm.

Über die vergangene Messperiode lag die Durchschnittstemperatur bei 1.15°C, was deutlich über dem langjährigen Durchschnitt von 0.33°C ist.

### **Schneebedeckung**

Leider fehlen die Daten zur Schneehöhe ganz. Aus dem reflektierten Anteil der kurzwelligen Strahlung kann ein Rückschluss auf die Schneebedeckung gezogen werden.

Gemäss Meteo Schweiz war die Schneebedeckung im Engadin unterdurchschnittlich gegenüber der Normperiode von 1981 bis 2010. Besonders der Dezember war extrem niederschlagsarm, sodass sich vermutlich erst ab dem 3. Januar eine geschlossene Schneedecke aufbauen konnte. Der Standort war schätzungsweise ab dem 28. Mai wieder schneefrei. Diese Vermutungen können aus den Strahlungswerten herausgelesen werden.

### **Strahlung**

Der reflektierte Anteil der kurzwelligen Strahlung ist von der Schneebedeckung geprägt. Insbesondere Schneefälle auf den noch aperen Boden führen zu einem deutlichen Anstieg der Reflexion, wie das am 23. September und am 19. Oktober gut beobachtet werden kann (siehe Beilage 3).

### **Windgeschwindigkeit**

Für die Windgeschwindigkeiten liegen keine Messungen vor.

## **Bodentemperaturen**

Am 22. September 2015, gleichzeitig mit den Vermessungen der Erdströme, hat Hansueli Gubler der Firma Alpug AG die Temperaturfühler ausgegraben und durch neue ersetzt. Seither liefern sie wieder brauchbare Werte, mit Ausnahme der Oberflächentemperatur, welche genau an diesem Tag ausfiel.

Die Temperaturkurven in Beilage 3 zeigen deutlich, wie die Temperaturschwankungen immer geringer werden, je tiefer im Boden gemessen wird. Ab Februar nehmen die Schwankungen in 10 cm Tiefe deutlich ab, was auf eine isolierende Schneedecke zurückzuführen ist.

In 100 cm Tiefe fällt die Temperatur nie unter 0.22°C. Ab dem 28. Mai findet ein rasanter Temperaturanstieg statt, was wiederum die Vermutung stärkt, dass an diesem Tag der Standort schneefrei wurde.

## ***Erdstrommessungen 2016***

Die Vermessung der Bewegungsmarken fand am 28. September 2016 statt. Es wurden insgesamt 92 Punkte gemessen. Die Vermessung ist im Fotoprotokoll im Anhang dieses Berichts dokumentiert. Die Punktnummer auf den Vermessungsmarken ist jeweils nach einem Jahr kaum noch lesbar und wurde wieder mit einem dicken Filzstift angebracht.

Sowohl Distanz als auch Richtung der Bewegung wurde im Excel berechnet. Da die Firma ESRI die ArcInfo-Workstation nicht mehr führt, stand dieses Jahr die aml – Routine nicht mehr zur Verfügung, mit der wir jahrelang die Messdaten berechnet haben. Die Excel-Tabelle mit den Resultaten wurde über die Punktnummer im ArcMap an das Shapefile der Bewegungsmessungen angehängt. Die Darstellung der Bewegungen mit Pfeilen wurde identisch ausgeführt wie in den vergangenen Jahren.

Im Gegensatz zum vergangenen Jahr zeigen bei den diesjährigen Messungen die Bewegungsrichtungen wieder mehr oder weniger parallel zur Falllinie, mit einer leichten Tendenz nach links. Ein systematischer Messfehler infolge Ungenauigkeit des Fixpunktes, wie im vergangenen Jahr vermutet, erscheint somit als wenig wahrscheinlich.

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

Die orographisch rechte Lobbe zeigt in der drittuntersten Reihe die grössten Bewegungsbeträge. Am geringsten sind sie in der untersten Reihe der rechten Lobbe.

## ***Ausblick***

Nachdem die Daten im Jahr 2012 ins neue Koordinatensystem LV95 und von ArcInfo Coverage in eine ArcGIS Geodatabase transformiert wurden und die aml-Routinen nicht mehr benützt werden können, da die ArcInfo Workstation nicht mehr zur Verfügung steht, wäre es wünschenswert, eine Auswerteroutine auf Python zu entwickeln, welche den Einsatz von ArcInfo aml ersetzt. Bis es soweit ist, werden Distanz und Richtung im Excel berechnet und zur Darstellung in ArcMap mit den Messpunkten (Shapefile) verknüpft.

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

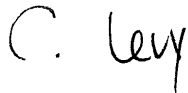
Da die Bewegungsbeträge innerhalb der Messgenauigkeit liegen, die Messmarken aus Holzpfehlen ständig kippen oder sich aus dem Boden herausarbeiten und die Messstation durch den Blitzschlag im August 2015 beschädigt ist, schlagen wir vor, geeignetere Messmarken einzusetzen und ein neues Konzept für die Weiterführung der Messungen zu formulieren. Hierzu haben wir im Frühling 2016 eine Offerte eingereicht. Bis beschlossen ist, wie es mit der beschädigten Klimastation weitergeht, wird über die Offerte noch nicht entschieden.

### **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:



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

ACADEMIA ENGIADINA




Dr. Felix Keller  
(Co-Institutsleiter)

### **Anhang**

- Beilage 1 Fotoprotokoll zur Dokumentation der Vermessung der Bewegungsmarken 2016
- Beilage 2 Karte mit Bewegungsraten der Bewegungsmarken 2015 – 2016
- Beilage 3 Diagramme des Jahresverlaufs der erhobenen Parameter von 1. September 2015 bis 31. August 2016 (Reflektierte kurzweilige Strahlung sowie Luft- und Bodentemperaturen)
- Beilage 4 Tabelle der Monatsmittel aller erhobenen Parameter von September 2015 bis August 2016
- Beilage 5 Tabelle der langjährigen Monatsmittel aller erhobenen Parameter von 1995 bis 2016, mit Diagramm für den Parameter Lufttemperatur



Europäisches Tourismus Institut		 <b>HÖHERE FACHSCHULE FÜR TOURISMUS GRAUBÜNDEN</b>
<b>Foto-Protokoll</b>		
Anlass:	<b>Vermessung Erdströme Munt Chavagl</b>	
Datum:	28. September 2016	
Bemerkung:	Bilder in der Mess-Reihenfolge	

Verzeichnis der nachfolgenden Bilder: G:\ETI\Projekte\\_500\_Forschung\95-503\_Schweizer\_Nationalpark\bilder\_skizzen\_scans\2016\



Messmarke Nr. 259



Messmarke Nr. 180



Messmarke Nr. 1



Messmarke Nr. 102  
Neu gerichtet



Messmarke Nr. 201



Messmarke Nr. 256  
Neu gerichtet



Messmarke Nr. 206



Messmarke Nr. 109



Messmarke Nr. 108



Messmarke Nr. 107





Messmarke Nr. 203



Messmarke Nr. 350  
Neu gesetzt



Messmarke Nr. 204  
Neu gerichtet



Messmarke Nr. 4



Messmarke Nr. 302  
Neu gerichtet



Messmarke Nr. 2



Messmarke Nr. 202



Messmarke Nr. 111



Messmarke Nr. 112



Messmarke Nr. 208  
Neu gerichtet



Messmarke Nr. 209



Messmarke Nr. 210





Messmarke Nr. 158



Messmarke Nr. 11



Messmarke Nr. 211



Messmarke Nr. 122



Messmarke Nr. 212



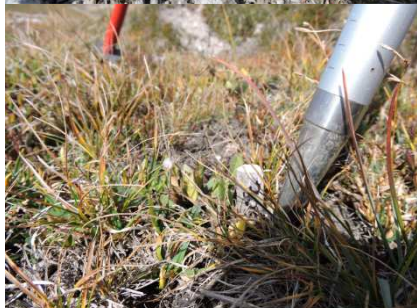
Messmarke Nr. 118



Messmarke Nr. 214



Messmarke Nr. 156



Messmarke Nr. 305



Messmarke Nr. 41



Messmarke Nr. 219



Messmarke Nr. 43





Messmarke Nr. 44



Messmarke Nr. 170



Messmarke Nr. 143



Messmarke Nr. 45



Messmarke Nr. 46



Messmarke Nr. 47



Messmarke Nr. 48



Messmarke Nr. 303



Messmarke Nr. 137



Messmarke Nr. 138



Messmarke Nr. 140



Messmarke Nr. 141





Messmarke Nr. 40



Messmarke Nr. 197



Messmarke Nr. 38



Messmarke Nr. 37



Messmarke Nr. 36



Messmarke Nr. 35



Messmarke Nr. 34



Messmarke Nr. 133



Messmarke Nr. 32



Messmarke Nr. 31  
Neu gerichtet



Messmarke Nr. 218



Messmarke Nr. 30





Messmarke Nr. 304



Messmarke Nr. 28



Messmarke Nr. 27



Messmarke Nr. 19



Messmarke Nr. 217



Messmarke Nr. 17



Messmarke Nr. 16



Messmarke Nr. 216



Messmarke Nr. 15



Messmarke Nr. 215



Messmarke Nr. 14



Messmarke Nr. 13





Messmarke Nr. 125



Messmarke Nr. 154



Messmarke Nr. 12



Messmarke Nr. 26



Messmarke Nr. 25



Messmarke Nr. 24



Messmarke Nr. 20  
Neu gerichtet



Messmarke Nr. 21  
Neu gerichtet



Messmarke Nr. 22  
Neu gerichtet



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



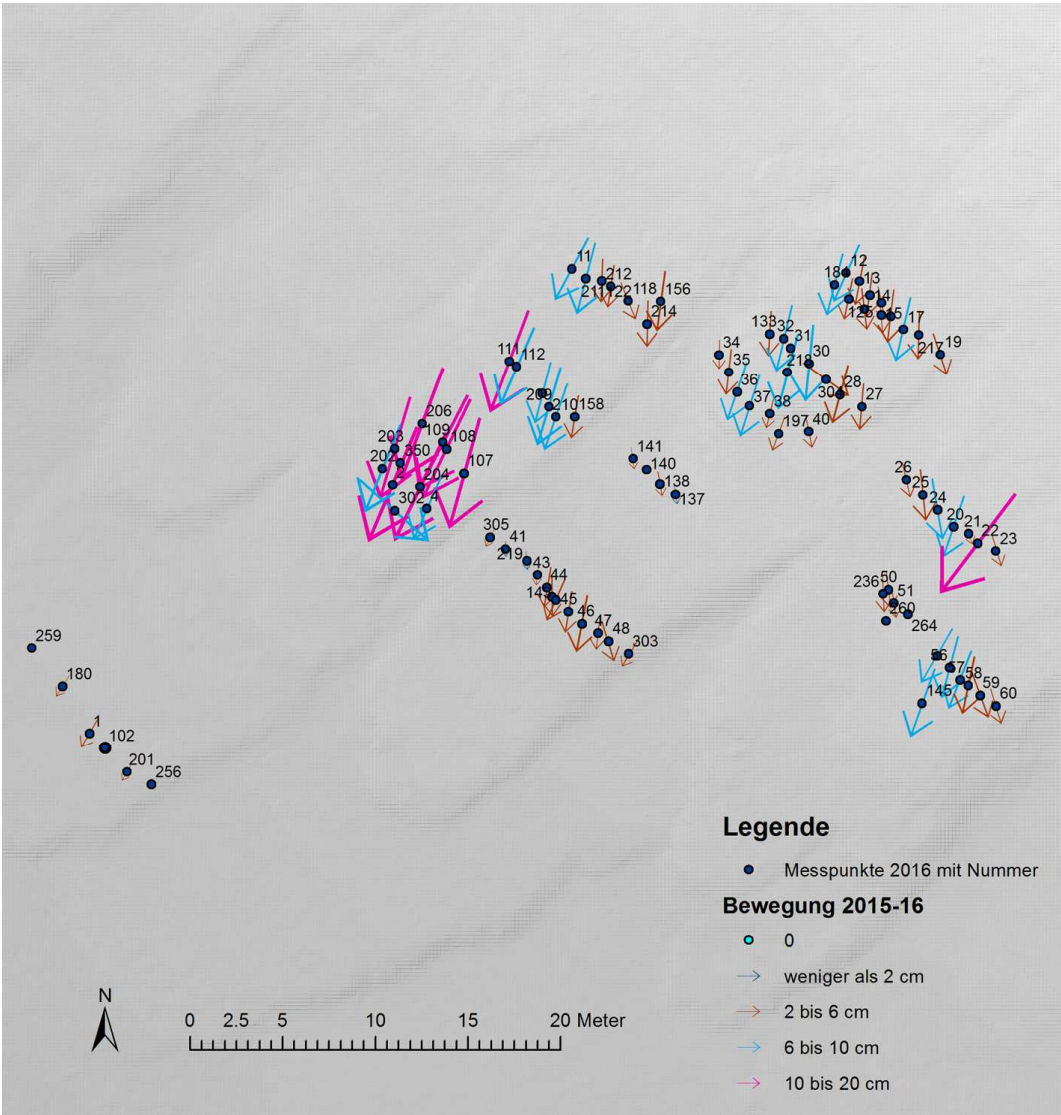
Messmarke Nr. 60



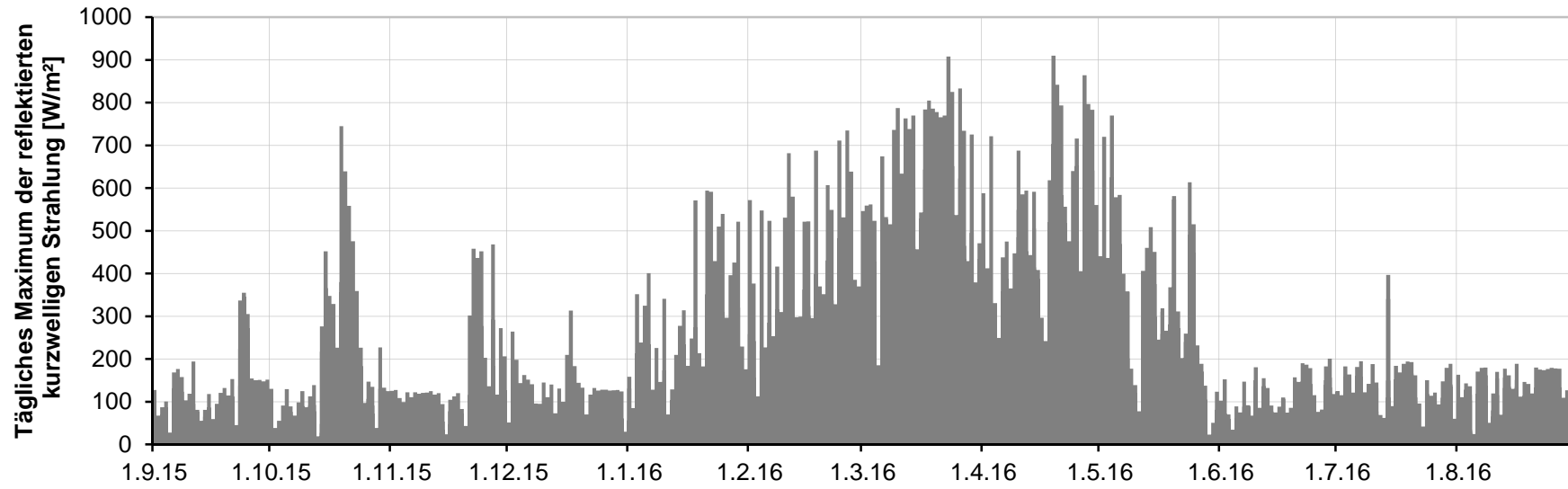
Messmarke Nr. 145

Für das Protokoll:  
Christine Levy

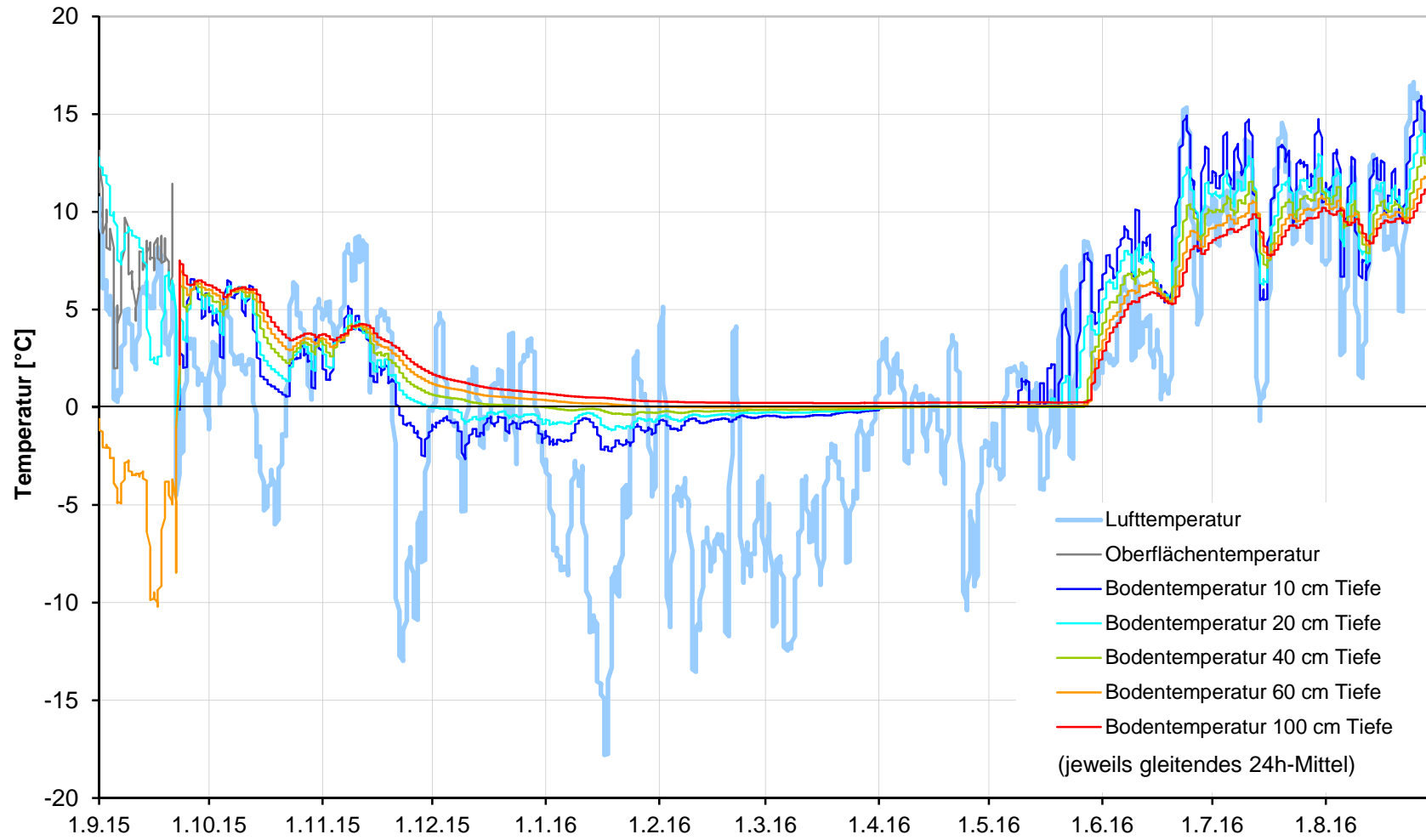




### Reflexion kurzwelliger Strahlung, Munt Chavagl 2015/2016



## Temperaturen, Munt Chavagl 2015/2016



### Monatsmittelwerte, Maxima und Minima von September 2015 bis August 2016

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

	Temperaturen [C°]								reflektierte kurzw. Strahlung [W/m <sup>2</sup> ]
	Boden in Tiefe [cm]					Luft			
	100	60	40	20	10	Mittel	Max.	Min.	
<b>Sep</b>						3.73	15.46	-3.29	40.72
<b>Okt</b>	4.92	4.59	1.58	13.28	3.28	1.20	11.53	-9.12	59.44
<b>Nov</b>	3.31	3.00	-1.00	9.93	1.58	0.80	13.28	-15.67	42.56
<b>Dez</b>	1.09	0.68	-1.45	8.49	-1.00	0.50	9.93	-8.74	32.02
<b>Jän</b>	0.48	0.17	-0.69	7.85	-1.45	-6.32	8.49	-21.73	77.01
<b>Feb</b>	0.25	0.00	-0.37	8.37	-0.69	-5.74	7.85	-16.22	118.39
<b>Mär</b>	0.22	0.00	0.00	11.49	-0.37	-5.79	8.37	-15.41	193.49
<b>Apr</b>	0.23	0.04	1.86	13.62	0.00	-1.01	11.49	-12.54	185.32
<b>Mai</b>	0.37	0.26	8.91	21.23	1.86	1.21	13.62	-7.37	121.66
<b>Jun</b>	5.74	6.30	11.57	19.39	8.91	5.60	21.23	-2.30	40.39
<b>Jul</b>	9.06	9.51	11.33	22.49	11.57	9.72	19.39	-2.27	52.02
<b>Aug</b>	9.74	10.04	-410.49	22.49	11.33	9.65	22.49	-1.08	47.21
<b>Jahresmittel</b>						1.15	-	-	84.08

**Langjährige Monatsmittelwerte aller erhobenen Parameter von 1995 bis 2016**

	Temperatur						reflektierte kurzw. Strahlung
	Boden in Tiefe (cm)					Luft	
	100	60	40	20	10		
Sep	6.82	7.08	6.41	6.69	6.16	4.65	39.52
Okt	4.78	4.48	3.87	3.32	3.25	2.07	47.26
Nov	2.24	1.63	0.90	0.18	0.02	-3.01	70.90
Dez	1.19	0.81	0.02	-0.28	-0.48	-5.97	76.24
Jän	0.62	0.49	-0.23	-0.44	-0.61	-6.42	93.08
Feb	0.33	0.25	-0.35	-0.50	-0.58	-7.48	134.05
Mär	0.25	0.23	-0.38	-0.40	-0.50	-4.71	178.99
Apr	0.28	0.37	-0.25	-0.14	-0.18	-1.79	189.08
Mai	1.12	1.62	1.04	1.78	1.82	2.74	119.49
Jun	4.48	6.16	6.46	7.39	8.20	6.86	52.60
Jul	7.22	8.83	8.70	9.51	9.93	8.48	49.91
Aug	8.16	9.59	9.31	9.89	10.21	9.03	43.74
Jahresmittel	3.11	3.43	2.94	3.05	3.08	0.33	91.19

