

Wissenschaftliche Nationalparkkommission

Messfeld am Munt Chavagl

Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark

Bericht über die Klima- und Erdstrommessungen von September 2011 bis August 2012



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 2011 bis August 2012**

Projektleitung:

Dr. sc. nat. ETH Felix Keller

Academia Engiadina, Europäisches Tourismus Institut, 7503 Samedan

Klimastation und Erdstrommessungen am Munt Chavagl 2011/2012

Periglazialforschung im Schweizerischen Nationalpark

Zweck des Berichts

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Erdstrommessungen 2012 am Munt Chavagl zusammen und liefert eine Übersicht über die gemessenen Klimadaten von 1. September 2011 bis 31. August 2012. 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 kurzweilige 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 2011/2012

Der Auswertungszeitraum dieses Berichts läuft von 1. September 2011 bis 31. August 2012, 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 2010/2011 an, der die Messungen bis 31. August 2011 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 Jahr vom 1. September 2011 bis zum 31. August 2012 war überdurchschnittlich warm. Es wies eine um 0.9° höhere Jahresdurchschnitts-Temperatur auf als das langjährige Jahresmittel von 1995 bis und mit 2012.

Januar, Februar und April wiesen kältere Monatsmittel auf als der langjährige Durchschnitt von 1995 bis 2012. Mit knapp 3° unter dem langjährigen Durchschnitt war aber nur der Monat Februar markant kälter, beim Januar und April liegen die Werte nur ein halbes Grad oder weniger unter dem Durchschnitt.

Insgesamt lag die monatliche Durchschnittstemperatur in 4 Monaten mehr als 2° über dem langjährigen Durchschnittswert. Die stärkste Abweichung wurde im November gemessen. Dieser war um 4.3° wärmer als der langjährige Durchschnittswert. Der September lag mit 3.3° und der März mit 3.3° ebenfalls deutlich über dem langjährigen Durchschnittswert. Der August war um 2.3° zu warm.

Insgesamt war der Februar mit einer Monatsmitteltemperatur von -10.55° der kälteste, der August mit 11.1° der wärmste Monat. Die kälteste Temperatur wurde mit -25.9° im Februar und die wärmste mit 23.3° im August gemessen.

Anfang Dezember sanken die Temperaturen unter 0°C , wobei sie zwischen dem 23.12. und dem 28.12. die 0° -Grenze wieder überstiegen. Anschliessend fielen sie wieder dauernd unter 0°C bis zum 21. Februar.

Schneebedeckung

Entsprechend den warmen November-Temperaturen konnte sich erst im Dezember eine geschlossene Schneedecke aufbauen. Der Standort der Messstation wurde am 7. Dezember eingeschneit. Die Schneedecke blieb bis am 12. Mai erhalten. Die Schneehöhe war während des gesamten Winters unterdurchschnittlich im Vergleich mit den letzten Jahren seit 2007.

Die Schneedecke baute sich bis Anfang Januar schnell auf über 80cm auf, nahm dann langsam kontinuierlich wieder ab bis auf eine Höhe von unter 40cm im April, um Ende April nochmals anzuwachsen und mit rund 90cm die Höchstwerte dieses Winters zu erreichen.

Kleine Schneefälle im Herbst führten zur nur geringen Schneehöhen von kaum mehr als 5cm, die nicht länger als 3 Tage liegen blieben. Insbesondere im November übertrafen die Schneehöhen nie Werte von über 2cm.

Strahlung

Die Reflexion der kurzwelligigen 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. Im Jahresverlauf ist aber ersichtlich, dass die Geschwindigkeiten im Winter (Monate Dezember bis Februar) höher sind als in den Sommermonaten. So wurde auch die höchste Windgeschwindigkeit in dieser Zeitperiode Anfang Januar gemessen. Der Januar ist auch der einzige Monat, in dem das gleitende 24h-Mittel mehrheitlich Werte über 5m/s erreicht.

Bodentemperaturen

Die Bodentemperaturen an der Oberfläche wiesen nur während der Schneebedeckung von Dezember bis April negative Werte auf. Deshalb wichen die Werte im November, die mit 0.6°C noch positiv waren, deutlich vom langjährigen Durchschnittswert von -4.5°C ab. Eine grosse Abweichung nach oben kann auch im August festgestellt werden, was mit den warmen Lufttemperaturen zusammenhängt. Das Jahresmittel lag um 1.3° über dem langjährigen Durchschnitt.

Die Monate mit negativen Durchschnittstemperaturen blieben bis in 40cm Tiefe dieselben, nämlich Dezember bis April, also die Monate mit einer Schneebedeckung. Ab einer Tiefe von 60cm wurden keine negativen Temperaturen mehr gemessen. Während der Schneebedeckung waren die Temperaturen auch relativ stabil, es wurden nur geringe Schwankungen im Bereich von Zehntel-Graden gemessen. Die Jahresdurchschnittstemperaturen waren in allen gemessenen Bodentiefen leicht über dem langjährigen Durchschnitt, diese Abweichung ist aber generell weniger als ein halbes Grad.

Erdstrommessungen 2012

Die Vermessung der Bewegungsmarken fand am 6. September 2012 statt. Es wurden insgesamt 90 Punkte gemessen.

Im Vergleich zu den Messungen vom 8. September 2011 bewegten sich die Marken zwischen 1 und 10 cm. 9 Marken bewegten sich weniger als 2 cm, 64 zwischen 2 und 6 cm, 12 zwischen 6 und 10 cm und nur eine Marke bewegte sich wenig mehr als 10 cm.

Beim Betrachten der Bewegungsvektoren fällt auf, dass die jährlichen Bewegungen zugenommen haben. So beträgt der langjährige Durchschnittswert der jährlichen Bewegungsrate zwischen 2000 und 2012 rund halb so viel wie die Bewegung zwischen 2011 und 2012.

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.

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

Ausblick

Im laufenden Jahr wurden die Messdaten von 1995 bis 2009 mit einem sehr grossen Aufwand ins neue Koordinatensystem transformiert (homogenisiert). Dieser Wechsel war durch den Systemwechsel der Durchführung der Messungen zur Nationalpark-Direktion bedingt. Der grosse Aufwand ist auf einige nicht nachvollziehbare vermessungstechnische Probleme zurückzuführen, so musste jede Punktgruppe einzeln transformiert werden. Gleichzeitig wurden im Zusammenhang mit der Qualitätssicherung die Daten von ArcInfo auf ArcGIS in eine Geodatabase transformiert. Dies bedingt die Notwendigkeit einer neuen Auswerteroutine, da die bestehende „Calcdist.aml“ keine Geodatabases verarbeiten kann. Ein Praktikant beim Nationalpark ist mit dieser Arbeit beschäftigt. Sobald diese Auswerteroutinen vorliegen kann auf den Einsatz des veralteten Systems Arc/Info in Zukunft verzichtet werden, womit auch softwaretechnisch die Messreihe wieder auf aktuellem Stand ist und sich der Einsatz gelohnt hat.

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 2012
- Beilage 2 Karte mit Bewegungsraten der Bewegungsmarken 2011 – 2012
- Beilage 3 Diagramme des Jahresverlaufs der erhobenen Parameter von 1. September 2011 bis 31. August 2012 (Reflektierte kurzwellige Strahlung und Schneehöhe, Windgeschwindigkeit, sowie Luft-, Oberflächen- und Bodentemperaturen)
- Beilage 4 Tabelle der Monatsmittel aller erhobenen Parameter von September 2011 bis August 2012
- Beilage 5 Tabelle der langjährigen Monatsmittel aller erhobenen Parameter von 1995 bis 2012, mit Diagrammen für die Parameter Lufttemperatur und Schneehöhe

Europäisches Tourismus Institut		
Foto-Protokoll		
Anlass:	Vermessung der Bewegungsmarken am Munt Chavagl	
Datum:	6. September 2012	
Bemerkung:	Die Reihenfolge der Fotos entspricht der Messreihenfolge	

	Messmarke Nummer 259
	Messmarke Nummer 180
	Messmarke Nummer 1
	Messmarke Nummer 102
	Messmarke Nummer 201

	Messmarke Nummer 266
	Messmarke Nummer 202
	Messmarke Nummer 2
	Messmarke Nummer 301
	Messmarke Nummer 4
	Messmarke Nummer 204

	Messmarke Nummer 203
	Messmarke Nummer 206
	Messmarke Nummer 109
	Messmarke Nummer 108
	Messmarke Nummer 107
	Messmarke Nummer 158

	Messmarke Nummer 210
	Messmarke Nummer 209
	Messmarke Nummer 208
	Messmarke Nummer 112
	Messmarke Nummer 111
	Messmarke Nummer 11

	Messmarke Nummer 211
	Messmarke Nummer 122
	Messmarke Nummer 212
	Messmarke Nummer 118
	Messmarke Nummer 214
	Messmarke Nummer 156

	Messmarke Nummer 36
	Messmarke Nummer 35
	Messmarke Nummer 37
	Messmarke Nummer 34
	Messmarke Nummer 38
	Messmarke Nummer 197

	Messmarke Nummer 40
	Messmarke Nummer 133
	Messmarke Nummer 32
	Messmarke Nummer 31
	Messmarke Nummer 218
	Messmarke Nummer 30 ?

	<p>Messmarke Nummer 29 ?</p>
	<p>Messmarke Nummer 28 ?</p>
	<p>Messmarke Nummer 27 ?</p>
	<p>Messmarke Nummer 184 ?</p>
	<p>Messmarke Nummer 12 ?</p>
	<p>Messmarke Nummer 14</p>

	Messmarke Nummer 15
	Messmarke Nummer
	Messmarke Nummer 125
	Messmarke Nummer 215 ?
	Messmarke Nummer 216 ?
	Messmarke Nummer 17 ?

	<p>Messmarke Nummer 16 ?</p>
	<p>Messmarke Nummer 19</p>
	<p>Messmarke Nummer 26</p>
	<p>Messmarke Nummer 25</p>
	<p>Messmarke Nummer 24</p>
	<p>Messmarke Nummer 20</p>

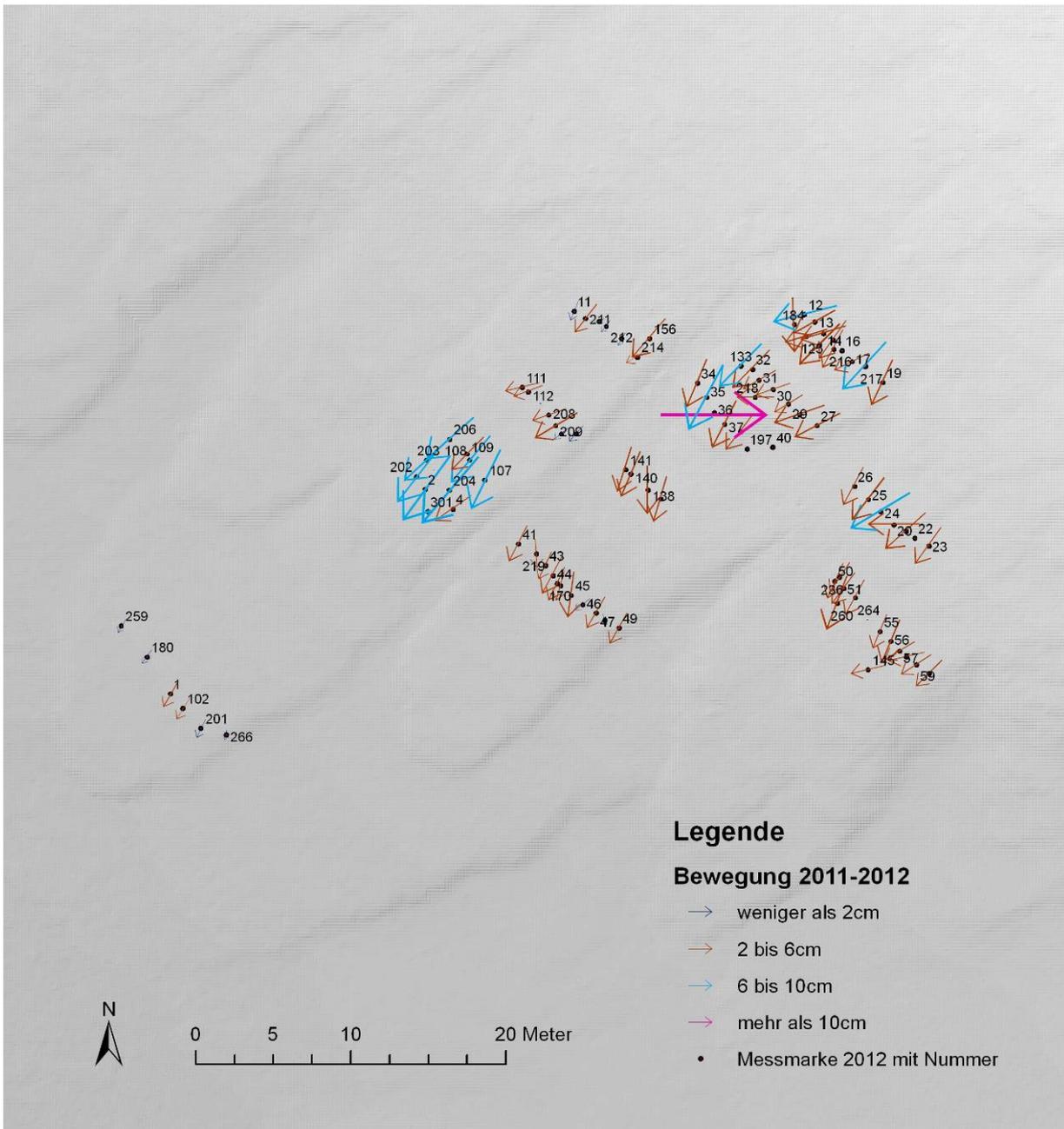
	<p>Messmarke Nummer 21</p>
	<p>Messmarke Nummer 22</p>
	<p>Messmarke Nummer 23</p>
	<p>Messmarke Nummer 60</p>
	<p>Messmarke Nummer 59</p>
	<p>Messmarke Nummer 58</p>

	Messmarke Nummer 57
	Messmarke Nummer 56
	Messmarke Nummer 55
	Messmarke Nummer 145
	Messmarke Nummer 260
	Messmarke Nummer 264

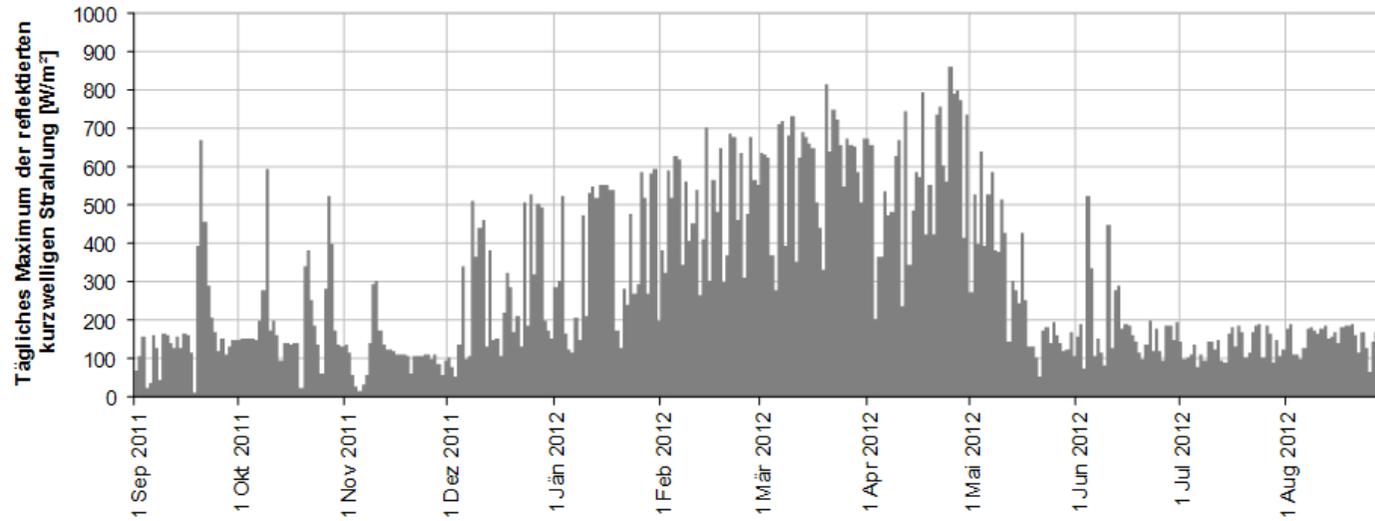
	Messmarke Nummer 51
	Messmarke Nummer 236 ?
	Messmarke Nummer 50 ?
	Messmarke Nummer 137 ?
	Messmarke Nummer 138 ?
	Messmarke Nummer 140 ?

	Messmarke Nummer 141 ?
	Messmarke Nummer 41 ?
	Messmarke Nummer 118 ?
	Messmarke Nummer 219 ?
	Messmarke Nummer 43 ?
	Messmarke Nummer 44 ?

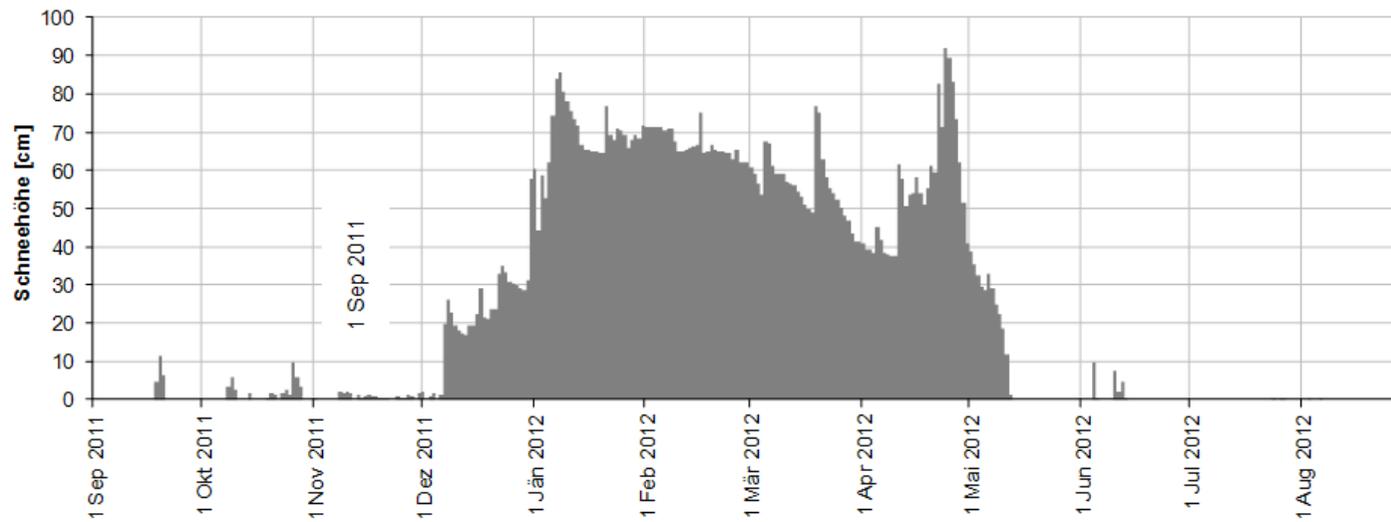
	Messmarke Nummer 170 ?
	Messmarke Nummer 49
	Messmarke Nummer ?
	Messmarke Nummer ?
	Messmarke Nummer ?
	Messmarke Nummer ?

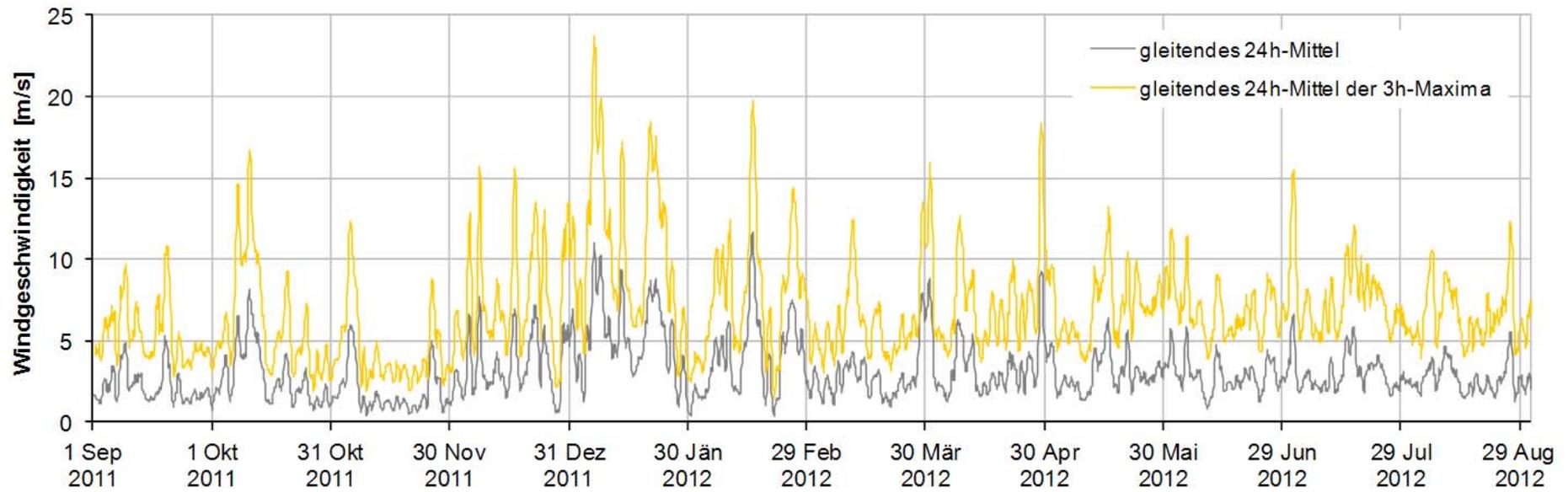


Reflexion kurzweiliger Strahlung, Munt Chavagl 2011/2012

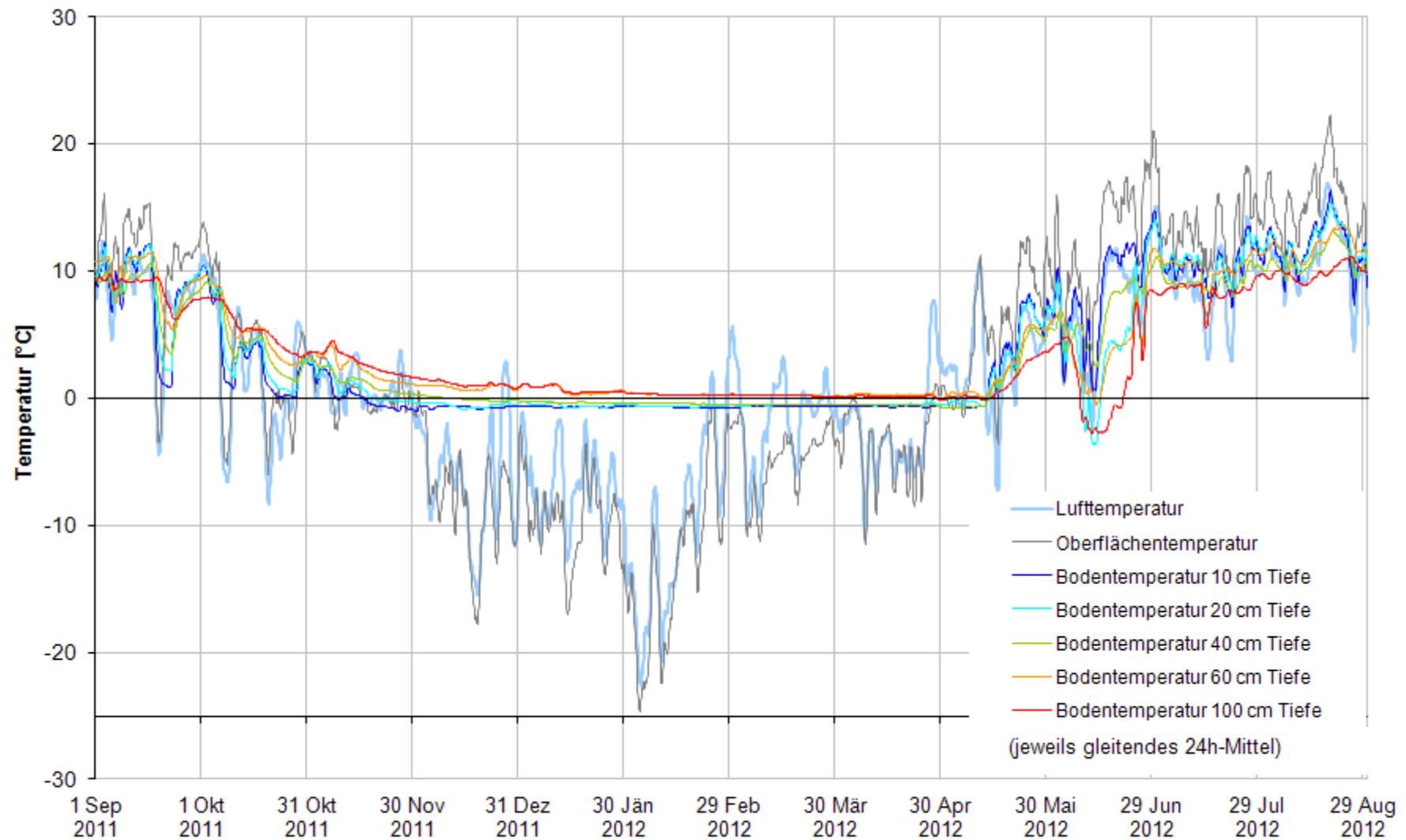


Schneehöhe, Munt Chavagl 2011/2012



Windgeschwindigkeiten, Munt Chavagl 2011/2012

Temperaturen, Munt Chavagl 2011/2012



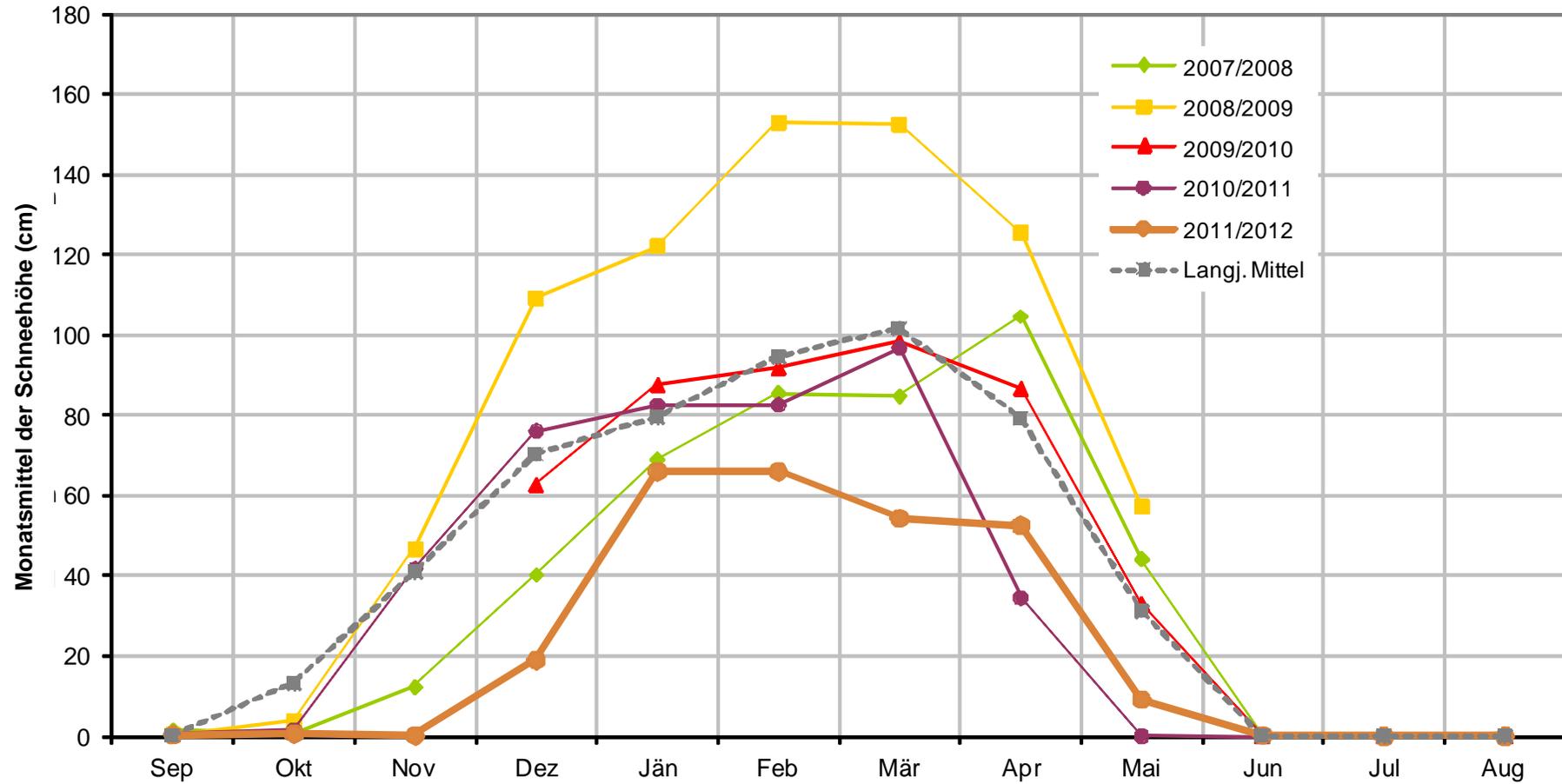
Monatsmittelwerte, Maxima und Minima von September 2011 bis August 2012

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

	Temperaturen [C°]									reflektierte kurzw. Strah- lung [W/m ²]	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	8.55	9.40	8.16	8.69	8.35	7.89	17.45	-5.20	10.85	53.33	2.20	15.50	0.43
Okt	5.60	5.48	4.53	3.93	3.45	2.40	17.18	-11.80	3.48	58.74	2.75	21.75	0.63
Nov	2.88	2.41	1.41	0.86	0.29	0.94	8.59	-4.45	0.58	29.42	1.82	18.00	0.20
Dez	1.17	0.87	-0.03	-0.53	-0.72	-6.14	10.09	-18.07	-7.62	59.32	3.55	21.25	19.04
Jän	0.67	0.64	-0.32	-0.55	-0.68	-7.08	6.21	-15.50	-9.74	91.63	5.12	28.75	66.00
Feb	0.30	0.28	-0.40	-0.63	-0.69	-10.55	10.15	-25.92	-12.93	134.98	4.09	22.75	65.93
Mär	0.22	0.23	-0.49	-0.54	-0.66	-1.46	15.07	-13.02	-4.65	188.21	2.87	17.50	54.34
Apr	0.13	0.26	-0.54	-0.49	-0.63	-2.63	10.55	-14.51	-3.68	186.58	3.41	26.25	52.56
Mai	1.17	2.21	1.55	2.45	2.53	3.00	15.06	-9.96	5.40	98.29	3.04	17.00	9.21
Jun	1.92	4.38	6.67	4.72	8.55	7.21	20.41	-3.19	12.17	63.83	2.85	16.75	0.29
Jul	8.48	10.27	9.26	10.65	10.48	9.37	19.92	-0.98	13.35	48.22	3.04	20.50	0.00
Aug	9.92	11.95	10.92	12.23	12.04	11.09	23.34	0.58	15.22	51.81	2.66	18.25	0.00
Jahresmittel	3.42	4.03	3.39	3.40	3.52	1.18	-	-	1.88	88.60	3.12	-	22.31

Langjährige Monatsmittelwerte aller erhobenen Parameter von 1995 bis 2012										
	Temperaturen [C°]						reflektierte kurzw. Strahlung [W/m²]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Schneehöhe [cm]	
	Boden in Tiefe [cm]					Luft				Oberfläche
	100	60	40	20	10					
Sep	7.19	7.60	6.67	6.76	6.38	4.54	8.22	39.10	2.65	0.20
Okt	4.74	4.55	3.80	3.36	3.22	2.15	3.35	45.17	2.44	12.97
Nov	2.26	1.62	0.83	0.17	-0.06	-3.36	-4.45	70.58	2.88	38.30
Dez	1.11	0.77	-0.02	-0.33	-0.48	-6.20	-9.32	78.72	3.04	66.67
Jän	0.60	0.44	-0.26	-0.49	-0.61	-6.59	-10.40	96.51	3.37	78.41
Feb	0.26	0.16	-0.39	-0.58	-0.60	-7.58	-10.49	135.13	3.70	93.29
Mär	0.22	0.19	-0.41	-0.43	-0.49	-4.79	-6.96	177.54	3.36	99.00
Apr	0.28	0.38	-0.23	-0.12	-0.13	-2.18	-3.05	188.78	3.06	80.34
Mai	1.04	1.53	0.98	1.73	1.76	2.96	3.43	121.50	2.87	31.68
Jun	4.39	6.11	6.44	7.42	8.22	7.01	11.28	54.19	2.93	0.09
Jul	7.33	8.87	8.52	9.56	9.71	8.24	12.56	50.00	3.01	0.00
Aug	8.08	9.50	9.07	9.74	9.87	8.75	12.75	42.67	2.58	0.00
Jahresmittel	3.12	3.48	2.92	3.06	3.07	0.25	0.58	91.66	2.99	41.75
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

