

Schneisaison 2017/18

Beschneidungsprotokoll



Wasser-/ Energiebilanz

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung**
 - 1.1. Ausgangslage
- 2. Datenregistrierung/- protokollierung**
- 3. Datenauswertung**
- 4. Schlussbemerkung**

Beilagen:

- A Schneidatenvergleich
- B1 Schachtstatistik
 - B1a Schneeerzeuger-/Schneilanzenstatistik
 - B1b Meteostationenstatistik
 - B1c Status/Wasserfluss aller Schneeerzeuger/Schneilanzen
 - B1d Saisonvergleich 2015/16 – 2016/17 – 2017/18
 - B2a Temperaturdaten 01.11.17 – 31.12.17 Meteostation [MS0001] Schneeflucht [1'550 m ü. M.]
 - B2b Temperaturdaten 01.11.17 – 31.12.17 Meteostation [MS0002] Täli [1'780 m ü. M.]
 - B2c Temperaturdaten 01.11.17 – 31.12.17 Meteostation [MS0003] Schneeflucht [1'500 m ü. M.]
- B3 Daten Automatische Messstation Malbun [Meteogroup] 01.11.2017 – 31.03.2018
- B4 Morgentemperaturen Monatsmittel 01.11.2017 – 30.04.2018
- B5 Neuschneemengen pro Winter [2005/06 – 17/18]
- B6 Neuschneemengen/Schneehöhen Winter 2017/18
- B7 Übersicht Beschneigungsfläche
- B8 Übersicht Beschneigungsanlage

Beschneigungsanlage Malbun

Beschneigungsprotokoll / Wasser-/ Energiebilanz Schneisaison 2017/18

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Mit der Entscheidung vom 13. Juli 2005, RA 2005/1793-8604, hat die Regierung die Umweltverträglichkeit des Projektes „Beschneigungsanlage Malbun“ unter Einhaltung von verschiedenen Auflagen festgestellt und das Projekt genehmigt. Eine der erwähnten Auflagen ist die jährliche Einreichung des Beschneigungsprotokolls (vgl. RA 2005/1793-8604; Pkt. 17) sowie einer Energie- und Wasserbilanz (vgl. RA 2005/1793-8604, Pkt. 20) welche durch die Regierung veröffentlicht wird.

2. Datenregistrierung/- protokollierung

Die Beschneigungsanlage verfügt über eine Software, welche es erlaubt, einerseits die Anlageprozesse zu steuern, andererseits verschiedenste Betriebsdaten zu erfassen und die gespeicherten Daten zu analysieren. Es werden folgende Daten registriert:

a) Meteorologische Stationen:

In drei Meteostationen werden folgende Werte gemessen:

- Lufttemperatur [°C]
- Relative Luftfeuchtigkeit [%]
- Windgeschwindigkeit [m/s]

Im System werden aus den Werten der Lufttemperatur und der relativen Feuchte schliesslich die zugehörigen Werte der Feuchtkugeltemperatur [°C] errechnet. Diese Daten werden während der ganzen Schneiperiode gemessen, also auch ausserhalb des Anlagenbetriebs.

Neu seit Winter 2015/16 ist eine dritte Meteostation [MS0003] in der Schneeflucht für die Schneilanzen [für die unteren vier Lanzen zusammen], welche aber nur Lufttemperatur und relative Feuchte misst.

Änderungen:

In der Schneeflucht haben wir seit der Saison 2015/16 sechs Schneilanzen [Typ V3ee] fix montiert und in Betrieb, damit wir die zehn mobilen Schneeerzeuger von Beginn weg weiter oben einsetzen können.

b) Schneeerzeuger/Schneilanzen:

Für die 10 im Einsatz stehenden Schneeerzeuger [7 Stk. Typ M18, 3 Stk. Typ M12] und 6 Schneilanzen [Typ V3ee] werden folgende Werte registriert:

- Lufttemperatur [°C]
- Relative Feuchte [%]
- Wasserverbrauch [m³]
- Energieverbrauch [kWh]

Im System werden aus den Werten der Lufttemperatur und der relativen Feuchte schliesslich die zugehörigen Werte der Feuchtkugeltemperatur [°C] errechnet. Diese Daten werden während des Anlagenbetriebs gemessen.

c) Schneischächte:

Über die jeweils angeschlossenen Schneeerzeuger werden für die 41 Schneischächte schachtspezifisch folgende Werte registriert:

- Lufttemperatur [°C]
- Relative Feuchte [%]
- Wasserverbrauch [m³]
- Energieverbrauch [kWh]
- Schneeerzeugernummer

Im System werden aus den Werten der Lufttemperatur und der relativen Feuchte schliesslich die zugehörigen Werte der Feuchtkugeltemperatur [°C] errechnet. Diese Daten werden gemessen solange ein Schneeerzeuger vom jeweiligen Schacht aus kommuniziert also auch ausserhalb des Anlagenbetriebs.

d) Pumpstation:

Von der Pumpstation werden u.a. folgende Daten registriert:

- Wasserverbrauch/ Wasserförderung [m³]
- Energieverbrauch [kWh]
- Temperatur Schneiwasser [°C]

Diese Daten werden während des Anlagebetriebs gemessen. Zusätzlich zur automatischen Datenregistrierung wird der Schneibetrieb händisch durch das Betriebspersonal rapportiert [Schneizeiten, zuständiges Schneipersonal, Beobachtungen, etc.].

Im Weiteren standen folgende Daten zur Verfügung:

- Monatsbulletin 2017/18 der automatischen Messstation Malbun [Meteogroup] [Temperatur, Niederschlag, Wind, etc.]
- Schnee- und Temperaturmessungen [Morgentemperaturen, Neuschneehöhen, Schneehöhen, Schneetemperaturen] der Vergleichsstation Malbun [SLF Davos]
- Temperaturdaten der Meteostationen Schneeflucht und Täli [Beschneigungsanlage]

3. Datenauswertung

Wir haben die in Kap. 2 erwähnten Daten statistisch ausgewertet und in den Beilagen A bis B8 zusammengestellt.

Nachfolgend die wichtigsten Daten und deren Vergleich mit den entsprechenden Angaben im Technischen Bericht des Bau- und Detailprojektes sowie mit der Schneisaison 2016/17:

	Projektannahmen	Schneisaison 2016/17	Schneisaison 2017/18
Schneiperiode	15. Nov. - 01. März	28. Nov. – 09. Febr.	12. Nov. – 21. Dez.
Beschneite Fläche	9.8 ha	21.34 ha	21.34 ha
Anzahl Schneitage	20 Tage	40 Tage	30 Tage
Schneizeit	120 Std.	853 Std.	562 Std.
Mittlere Lufttemperatur			
Mittlere rel. Feuchte	60%	65.1%	80.2%
Mittlere Feuchtkugeltemperatur ¹⁾		-5.6°C	-6.7°C
Mittlere Temperatur Schneiwasser¹⁾	1 °C	2.4°C	1.9°C
Wasserverbrauch pro Saison	17'000 m ³	63'718m ³	47'536m ³
Max. Wasserverbrauch pro Tag	1'800 m ³	3'785m ³	4'017m ³
Max. Wasserverbrauch pro Sek.		47.0l/s	47.0l/s
Stromverbrauch PW+Kanonen+Kühlturm	90'000 kWh	360'437kWh	263'559kWh
Pumpwerk		255'375	185'123
Kanonen		100'562	74'436
Kühlturm		4'500	4'000

¹⁾ Die Temperaturen sind während des Anlagebetriebes gemessen.

Die im Projekt ausgewiesenen Wasserverbräuche (17'000 m³) und demzufolge auch der ausgewiesene Stromverbrauch (90'000 kWh) sowie die Schneizeiten wurden überschritten. Der Wasserverbrauch liegt mit 47'536 m³ rund 25 % unter dem Vorjahreswert.

Die mittlere Schneiwassertemperatur im Kühlbecken lag mit 1.9 °C unter dem Vorjahreswert. Dies ist im Vergleich mit anderen Skigebieten kein schlechter Wert. Das Problem bei uns ist das Wasser wird durch das hochfördern in der Leitung wegen der Reibung wieder erwärmt und kommt mit ca. 2.5°C in der Schneeflucht und weiter oben mit ca. 3° bis 4°C beim Schneeerzeuger an. Andere haben da einen Wert von 2° bis 3°C beim Schneeerzeuger im Schnitt. Zur Verbesserung müsste man direkt nochmals eine Pumpstation einbauen das Wasser dort wieder herunter kühlen und wieder hochpumpen. Die Kühltürme schalten bei tiefen Lufttemperaturen ab -10° C selbst ab und kühlen nicht mehr. Das heisst bei sehr kalten Temperaturen und hohen Fördermengen geht das Wasser direkt von der Zuleitung ins Kühlbecken und von dort weiter in die Pumpen. Wir sind im Moment am abklären warum das so ist und ob man Softwaremässig die Parameter verändern kann um eine Optimierung zu erreichen.

Der Gesamtstromverbrauch ist deutlich niedriger als im Vorjahr. Der Grund ist weil wir Ende November / Anfang Dezember zwei sehr gute Schneiperioden mit Feuchtkugeltemperaturen über -10° C hatten. Das heisst die Schneerzeuger benötigen immer gleich viel Energie egal ob es -4°C oder -15°C Feuchtkugel hat nur die Schneeproduktion ist in der gleichen Zeit bei -15°C viel höher. Bei der Pumpstation ist der Unterschied auch gravierend weil man bei kalten Temperaturen immer eine viel kürzere Produktionszeit hat. Der spezifische Stromverbrauch mit 12'350 kWh pro Hektare ist auch im Mittel. Die Schneizeit ist mit 30 Tagen resp. 562 Std. niedriger als im Vorjahr aus demselben Grund wie schon oben erwähnt. Die theoretische technische Gesamtschneeproduktion beträgt rund 114'084 m³, woraus eine theoretische mittlere technische Schneehöhe von 53 cm resultiert.

Die Überschreitung der Projektannahmen kann wie folgt begründet werden:

a) Meteorologie

Monatsdurchschnittstemperaturen	SS 15/16	SS 16/17	SS 17/18
November	3.7°C	1.4 °C	-0.4°C
Dezember	1.9 °C	-0.2 °C	-3.6°C
Januar	- 2.0 °C	- 5.5 °C	- 0.1 °C
Februar	- 0.6 °C	0.5 °C	-6.8 °C

Vom 5. bis 10. Nov. war eine Periode im Grenztemperaturbereich wo wir noch nicht technischen Schnee produzierten weil es sich einfach nicht lohnt so früh schon technischen Schnee im Grenztemperaturbereich zu produzieren. Am 12. Nov. starteten wir die Anlage da eine Kälteperiode kam. Vom 25. Nov. weg bis 22. Dez. waren ideale Bedingungen zur Produktion von technischem Schnee mit drei kurzen Unterbrüchen wegen Föhnsturm und zu warmen Temperaturen. Dies zeigt sich auch in der Monatsmitteltemperatur von Nov. / Dez. 2017 die beide im Minusbereich und unter dem Durchschnitt der letzten zwei Saisonen lagen. Anfangs Januar waren die Temperaturen im Plusbereich darum ist die Monatsdurchschnittstemperatur mit nur -0.1°C relativ hoch auch im Vergleich zu den Vorjahren. Der kälteste Monat des Winters 2017/18 war der Februar mit einem Monatsmittel von -6.8°C. Die mittlere relative Feuchte war mit 80.2 % höher als die letzten Jahre weil in den Monaten Nov. / Dez. 2017 mehr Niederschlag und damit auch mehr feuchte Luft vorhanden war. Die mittlere Feuchtkugeltemperatur in Betrieb ist mit -6.7°C besser weil die entsprechenden Temperaturen vorhanden waren und selten im Grenztemperaturbereich technischer Schnee produziert wurde.

Niederschlag	SS 15/16	SS 16/17	SS 17/18
November	76.6 mm	98.0 mm	123.0mm
Dezember	22.2 mm	5.6 mm	117.4 mm
Januar	141.4 mm	129.2 mm	161.0mm
Februar	86.6 mm	68.8 mm	47.6 mm
Summe Nov. – Febr.	327.4 mm	301.4 mm	449.0 mm

Die Niederschläge in der entsprechenden Periode fingen im November erfreulich an. Am 6. Nov. begann es zu schneien und es fielen alle paar Tage ein paar Zentimeter somit kamen bis Ende Monat 137 cm Neuschnee an der Schneemessung Malbun [1'610 m ü.M] zusammen. Dementsprechend waren auch die Temperaturen kalt. Der Monat Dezember war mit 188 cm Neuschnee sogar der neuschneereichste Monat des ganzen Winters. Vom 12. bis 17. Dez. fielen nochmals 110 cm Neuschnee. Dies sieht man auch im Vergleich der Niederschlagsmengen des Monats Dezember 2017 mit den beiden Vorjahren. Auffallend an diesem Winter war das es keine markanten Wärmeeinbrüche anfangs Saison gab. Am Messfeld Malbun ist die gesetzte Schneehöhe vom 6. Nov. weg nie auf null zurückgegangen und vom 18. Jan. bis 4. April war sie sogar durchgehend über einem Meter was für die letzten Jahre aussergewöhnlich ist. Die kumulierte Neuschneebildung ist mit 667 cm trotz des positiven Winters nur um 35 cm höher, als der Mittelwert der Jahre 05/06 -17/18 [632 cm]. Die maximal gemessene Schneehöhe lag mit einem Maximalwert von 152 cm im Januar [22.01.2018] was auch ungewöhnlich früh war gegenüber der Vorjahre.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass die Monate November / Dezember 2017 wieder einmal erfreulich waren da die Temperaturen kalt waren und der Niederschlag in Form von Schnee auch wieder einmal ausreichend vorhanden war. Die Pisten waren bis am 10. Dez. alle fertig beschneit und ab dem 12. Dez. gab es nochmals eine schöne Menge Neuschnee dazu. Vom 10. Dez. weg haben wir noch technischen Schnee für den Familiencross im Täli und den Big-Air produziert. Aus den oben erwähnten Gründen konnte der Schlepplift Schneeflucht und der Malbipark schon am 25. November, die Sesselbahn Täli am 2. Dezember und die Sesselbahn Hohegg am 16. Dezember in Betrieb genommen werden was sich positiv auf die Stimmung und den Kartenvorverkauf auswirkten.

Durch Rückrechnung aus dem registrierten Wasserbedarf kann auf eine künstliche mittlere Schneehöhe von 53 cm geschlossen werden. Jedoch verfälscht der Bau des Familiencrosses (Wellen/Hügelbahnen/Steilkurven/Schnecke) im Vaduzer Täli, wo grössere Schneemengen gebraucht werden, das Resultat ein bisschen. Es wurden dazu 5'400 m³ Wasser benötigt was eine Schneemenge von knapp 13'000 m³ ergibt. Ebenfalls wurde in der Saison 2017/18 der Big-Air [grosse Sprungschanze] wieder gebaut welcher 1'150 m³ Wasser benötigte woraus eine Schneemenge von knapp 3'000 m³ resultiert.

Beschneite Fläche

Die effektiv beschneite Fläche betrug ca. 21.34 ha. Die effektiv beschneite Fläche haben wir im Sommer 2017 von Ingenieurbüro Hoch und Gassner neu berechnen lassen diese sollte jetzt ziemlich genau stimmen [siehe Plan Beschneigungsfläche im Anhang].

Verbesserungen

Wir möchten auf die Wintersaison 2018/19 ein Pistenfahrzeug mit der Schneehöhenmessung aufrüsten. Die Vorbereitungen im Fahrzeug sind bereits installiert und der Rest wo das System benötigt auch bereits gekauft. Was wir jedoch noch benötigen sind Geländeaufnahmen und ein digitales Geländemodell als Referenz. Dies wäre eine Investition von ca. 30'000.- Fr. nur für die Aufnahmen und die Auswertung derer wo noch vom Verwaltungsrat der Bergbahnen bewilligt werden muss. Nach Abklärungen gibt es beim Land Liechtenstein keine so genauen Flugaufnahmen mit Laserscann für ein digitales Geländemodell vom Malbuntal [Skipisten] wie die Bergbahnen für die Schneehöhenmessung benötigen.

Nach Informationsaustausch mit anderen Skigebieten bringt das eine Ersparnis bei der Produktion von technischem Schnee weil es schwierig ist den technischen Schnee nach Gefühl zu verteilen und man keine Referenz hat. Ebenso wird die Schneehöhenmessung ein bis zwei Winter Erfahrung benötigen bis eine Verbesserung zum tragen kommt.

4. Schlussbemerkung

Die natürliche Neuschneebildung im Winter 2017/18 war über dem Mittel der Vorjahre. Die kumulierte Neuschneebildung betrug 667 cm. Nach den erneuten Schneefällen von Mitte Dezember haben wir gedacht wir haben eher ans obere Limit geschneit aber nach den Erfahrungen der letzten zwei Winter wollten wir auf der sicheren Seite sein. Das Wetter kann auch niemand langfristig voraussagen und die Pisten waren bis am 10. Dez. mit der Beschneigung abgeschlossen. Mit einem Wärmeeinbruch, Stürmen und Regen anfangs Januar war es trotzdem nicht ganz so falsch. Nach Beobachtung der letzten Winter kann auch nicht mehr von einer punktuellen technischen Beschneigung, sondern muss mit einer flächendeckenden technischen Beschneigung gerechnet werden. Für eine ausreichende Beschneigung bei optimalen Bedingungen brauchen wir im Minimum 14 Tage.

Zur Gewährleistung akzeptabler Schnee-/ Pistenverhältnisse war aus besagten Gründen eine technische Beschneigung erforderlich. Die Schneiwassermenge betrug 47'536 m³. Dies sind 16'182 m³ weniger als im Vorjahr. Die Schneiwassermenge betrug im Schnitt der Jahre 06/07 bis 16/17: 42'104 m³. Somit lag sie in der Saison 17/18 über dem Mittel. Die rechnerisch technische mittlere Schneihöhe betrug 53 cm.

Der spezifische Energieverbrauch pro Hektare war im Vergleich zu den Vorjahren niedriger. Dies ist damit zu erklären das wir zwei gute Kälteperioden hatten und somit die Produktionszeit zur Herstellung von technischem Schnee viel kürzer war. Das heisst der Schneeerzeuger braucht immer gleich viel Strom, ob es -4°C oder -15°C hat. Bei -4°C produziert der Schneeerzeuger ca. 10 – 20 m³ technischen Schnee und bei -15°C, ca. 50 – 60 m³ technischen Schnee in der Stunde.

Alles in allem, war der Winter 2017/18 sehr positiv die Temperaturen waren früh kalt der Neuschnee fiel auch genügend und rechtzeitig und wir hatten endlich wieder einmal die technische Beschneigung vor Weihnachten abgeschlossen und alle Pisten für das Weihnachtsgeschäft geöffnet was sich auch positiv auf die Stimmung von Gästen und Personal auswirkte.

Beschneigungsanlage der Bergbahnen Malbun AG

Schneidatenvergleich 2014/15 - 2015/16 - 2016/17 - 2017/18

A

	Projektannahmen	Schneisaison 2014/15	Schneisaison 2015/16	Schneisaison 2016/17	Schneisaison 2017/18
Schneiperiode	15. Nov. - 01. März ¹⁾	6.Dez.- 28.Jan.	21.Nov. - 21.Jan.	28.Nov. - 9.Febr.	12.Nov. - 21.Dez.
Beschneite Fläche	9.8 ha	16ha	16 ha	21.34 ha	21.34 ha
Anzahl Schneitage	20 Tage	34 Tage	30 Tage	40 Tage	30 Tage
Schneizeit	120 Std.	538 Std.	551 Std.	853 Std.	562 Std.
Mittlere Lufttemperatur		-5,6°C	-4,9°C	-2,1°C	-4,1°C
Mittlere rel. Feuchte	60,0%	81,1%	74,6%	65,1%	80,2,%
Mittlere Feuchtkugeltemperatur ²⁾		-6,4°C	-6,4°C	-5,6°C	-6,7°C
Mittlere Temperatur Schneiwasser	1 °C	3,3°C	2,1°C	2,4°C	1,9°C
Wasserverbrauch pro Saison	17'000 m ³	36'285m ³	46'527m ³	63'718m ³	47'536m ³
Max. Wasserverbrauch pro Tag	1'800 m ³	2'796m ³	3'519m ³	3'785m ³	4'017m ³
Max. Wasserverbrauch pro Sekunde		42,9l/s	45,8l/s	47,0l/s	47,0l/s
Stromverbrauch PW+Kanonen+Kühlturm	90'000 kWh	262'666 kWh	261'321 kWh	360'437kWh	263'559kWh
Pumpwerk		180'582	179'207	255'375	185'123
Kanonen		78'084	78'114	100'562	74'436
Kühlturm		4'000	4'000	4'500	4'000

¹⁾ Schneiperiode gem. Baugesetz (LGBl.1947 Nr. 44) Art. 50ter

²⁾ Die Temperaturen sind während des Anlagebetriebes gemessen

Beschneigung Malbun - Schneizahlen Winter 2017/18

Schachtstatistik: B1

Schacht-Nr.	Lufttemperatur [°C]			Feuchtkugltemperatur [°C]			Rel. Feuchte [%]			Stromverbrauch [kWh]	Betriebsstunden [h]	Wasserdurchsatz			Schneeproduktion [m³]
	min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max			Rohdaten [m³]	korrigiert [m³]	[l/s]	
1	-8,2	-2,8	8,2	-8,6	-3,6	4,3	42,0	86,5	100,0	477,0	190	715,0	621,0	1,0	1.490,0
2	-8,2	-2,8	8,2	-8,6	-3,6	4,3	42,0	86,5	100,0	475,0	189	712,0	618,0	1,0	1.483,0
3	-8,2	-2,8	8,2	-8,6	-3,6	4,3	42,0	86,5	100,0	475,0	189	712,0	618,0	1,0	1.483,0
4	-8,2	-2,8	8,2	-8,6	-3,6	4,3	42,0	86,5	100,0	519,0	206	813,0	706,0	1,0	1.694,0
5	-8,6	-3,3	7,5	-8,8	-3,8	5,2	44,0	85,0	100,0	521,0	208	855,0	742,0	1,0	1.781,0
6	-8,6	-3,3	7,5	-8,8	-3,8	5,2	44,0	85,0	100,0	520,0	207	846,0	735,0	1,0	1.764,0
7	-10,4	-2,5	10,3	-10,9	-3,6	4,9	32,0	79,0	97,0	3352,0	215	1.111,0	965,0	1,2	2.315,0
8	-12,4	-3,3	6,2	-12,8	-4,2	3,4	34,0	81,0	98,0	3028,0	194	1.038,0	901,0	1,3	2.163,0
9	-8,9	-5,4	0,5	-9,2	-6,0	-1,0	42,0	85,0	94,0	1247,0	72	865,0	751,0	2,9	1.803,0
10	-10,2	-2,5	5,7	-10,7	-3,6	3,3	41,0	78,0	96,0	2276,0	133	1.234,0	1.071,0	2,2	2.572,0
11	-9,6	-2,1	7,5	-10,1	-3,4	3,4	34,0	75,0	95,0	2605,0	152	1.348,0	1.170,0	2,1	2.809,0
12															
13	-9,9	-3,0	7,1	-10,5	-4,4	2,8	36,0	72,0	95,0	2605,0	151	1.406,0	1.221,0	2,0	2.930,0
14	-9,4	-2,8	5,8	-9,9	-4,1	2,0	33,0	73,0	95,0	2677,0	155	1.578,0	1.371,0	2,1	3.288,0
15	-11,4	-3,7	5,9	-12,0	-4,9	2,6	27,0	75,0	95,0	4854,0	281	3.463,0	3.007,0	3,0	7.217,0
16	-8,2	-5,5	0,8	-8,9	-6,3	-0,4	58,0	81,0	98,0	901,0	52	688,0	597,0	2,8	1.434,0
17															
18	-12,2	-2,2	7,2	-12,9	-3,8	3,7	14,0	70,0	100,0	2645,0	152	1.633,0	1.418,0	2,4	3.403,0
19	-9,1	-3,3	7,6	-9,7	-4,5	2,8	40,0	77,0	95,0	853,0	54	406,0	350,0	1,8	839,0
20	-9,8	-2,5	5,6	-10,2	-3,9	2,1	31,0	73,0	96,0	2223,0	149	682,0	592,0	1,1	1.421,0
21															
22	-10,4	-4,1	5,5	-11,0	-5,3	2,0	30,0	76,0	96,0	4.432,0	257	2.987,0	2.594,0	2,5	6.225,0
23															
24	-10,2	-4,6	6,4	-10,6	-5,6	1,7	38,0	79,0	94,0	1.419,0	82	1.209,0	1.050,0	3,0	2.519,0
25	-9,6	-3,6	7,4	-10,1	-4,6	2,6	40,0	79,0	92,0	1.353,0	78	1.042,0	905,0	2,9	2.171,0
26	-13,2	-6,4	4,2	-13,3	-6,3	2,3	17,0	81,0	100,0	2.986,0	172	3.028,0	2.629,0	2,8	6.310,0
27	-12,8	-5,5	4,2	-14,2	-6,8	1,5	28,0	79,0	95,0	2.371,0	137	2.504,0	2.174,0	2,8	5.218,0
28	-13,8	-6,0	3,4	-13,9	-5,0	2,5	26,0	75,0	97,0	2.179,0	127	2.030,0	1.763,0	3,0	4.230,0
29	-13,4	-3,9	7,3	-13,0	-6,5	2,1	42,0	84,0	96,0	2.228,0	138	1.434,0	1.245,0	2,2	2.988,0
30	-12,6	-5,8	6,5	-13,6	-7,4	-0,1	29,0	77,0	94,0	2.203,0	131	1.761,0	1.529,0	2,4	3.670,0
31	-14,7	-6,1	4,9	-14,9	-7,4	-0,1	26,0	71,0	95,0	2.558,0	148	2.640,0	2.292,0	2,5	5.502,0
32	-14,1	-5,5	4,5	-14,3	-6,8	0,5	27,0	73,0	95,0	2.529,0	163	1.427,0	1.239,0	2,1	2.974,0
33	-13,8	-5,5	5,9	-14,0	-6,8	1,4	28,0	72,0	94,0	2.810,0	162	2.658,0	2.308,0	2,8	5.539,0
34	-13,7	-8,0	0,3	-13,9	-8,6	-2,1	52,0	82,0	92,0	2.425,0	140	2.287,0	1.986,0	2,7	4.764,0
35	-14,4	-8,4	0,0	-14,5	-8,9	-3,2	41,0	84,0	93,0	2.592,0	149	2.466,0	2.141,0	2,6	5.139,0
36	-14,5	-8,5	3,8	-14,6	-9,0	-0,6	34,0	84,0	95,0	2.325,0	148	1.279,0	1.111,0	2,1	2.665,0
37	-13,9	-7,9	-1,3	-14,1	-8,4	-2,7	41,0	84,0	100,0	2.596,0	150	2.214,0	1.922,0	2,8	4.614,0
38	-10,7	-7,5	-2,7	-10,9	-7,9	-3,5	62,0	88,0	95,0	1.109,0	71	583,0	506,0	2,0	1.215,0
39	-14,9	-7,2	3,3	-15,0	-7,9	1,6	29,0	79,0	94,0	2.443,0	134,0	2.209,0	1.921,0	3,0	4.607,0
40															
41	-15,4	-5,9	3,1	-15,5	-7,2	-0,2	34,0	69,0	96,0	1.625,0	104,0	883,0	767,0	2,0	1.845,0
Summe										74.436,0	5.440,0	54.746,0	47.536,0		114.084,0
Durchschnitt	-11,3	-4,6	5,1	-11,7	-5,6	1,7	36,2	79,2	96,3	2.067,7	151,1	1.520,7	1.320,4	2,1	3.169,0

Ann.435kg/m3

Kanone Nr.	Typ	Lufttemperatur [°C]			Feuchtkugeltemperatur (in Betrieb) [°C]			Rel. Feuchte [%]			Stromverbrauch [kWh]	Betriebsstunden [h]	Wasserdurchsatz			Schneeproduktion [m³]
		min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max			Rohdaten [m³]	korrigiert [m³]	[l/s]	
1	M18	-13,4	-4,4	7,3	-13,9	-8,6	-2,0	26,0	75,0	97,0	7.279,0	422,0	5.582,0	4.847,0	3,2	11.632,0
2	M18	-14,4	-5,5	5,7	-14,5	-8,4	-2,0	28,0	80,0	95,0	7.688,0	446,0	6.369,0	5.530,0	3,4	13.272,0
3	M18	-14,7	-5,1	6,4	-14,9	-8,2	-2,0	26,0	75,0	95,0	8.717,0	503,0	7.437,0	6.458,0	3,6	15.499,0
4	M18	-13,8	-5,1	5,9	-14,0	-8,2	-2,0	28,0	75,0	96,0	7.894,0	456,0	6.329,0	5.495,0	3,3	13.188,0
5	M18	-13,7	-4,4	7,5	-13,9	-8,5	-2,0	28,0	77,0	95,0	6.787,0	393,0	5.141,0	4.464,0	3,2	10.713,0
6	M18	-13,9	-4,6	7,2	-14,1	-8,8	-2,0	28,0	77,0	100,0	8.024,0	463,0	6.416,0	5.571,0	3,3	13.370,0
7	M18	-14,9	-5,2	5,9	-15,0	-8,3	-2,0	27,0	75,0	94,0	5.835,0	337,0	4.343,0	3.771,0	3,2	9.050,0
9	M12	-14,1	-4,4	6,5	-14,3	-9,5	-2,0	27,0	76,0	96,0	6.699,0	429,0	3.008,0	2.612,0	1,7	6.269,0
10	M12	-15,4	-4,5	10,3	-15,5	-8,5	-2,0	34,0	79,0	98,0	6.582,0	422,0	2.820,0	2.449,0	1,6	5.878,0
11	M12	-14,6	-4,8	7,9	-14,6	-8,8	-2,0	29,0	78,0	96,0	5.944,0	380,0	2.648,0	2.299,0	1,6	5.518,0
12	V3EE W	-8,2	-2,8	8,2	-8,6	-3,6	-2,0	42,0	86,5	100,0	477,0	190,0	715,0	621,0	1,0	1.490,0
13	V3EE W	-8,2	-2,8	8,2	-8,6	-3,6	-2,0	42,0	86,5	100,0	475,0	189,0	712,0	618,0	1,0	1.483,0
14	V3EE W	-8,2	-2,8	8,2	-8,6	-3,6	-2,0	42,0	86,5	100,0	475,0	189,0	712,0	618,0	1,0	1.483,0
15	V3EE W	-8,2	-2,8	8,2	-8,6	-3,6	-2,0	42,0	86,5	100,0	519,0	206,0	813,0	706,0	1,0	1.694,0
16	V3EE W	-8,6	-3,3	7,5	-8,8	-3,8	-2,0	44,0	85,0	100,0	521,0	208,0	855,0	742,0	1,0	1.781,0
17	V3EE W	-8,6	-3,3	7,5	-8,8	-3,8	-2,0	44,0	85,0	100,0	520,0	207,0	846,0	735,0	1,0	1.764,0
Summe											74.436,0	5.440,0	54.746,0	47.536,0		114.084,0
Durchschnitt		-12,1	-4,1	7,4	-12,3	-6,7	-2,0	33,6	80,2	97,6	4.652,3	340	3.421,6	2.971,0	2,1	Ann:435kg/m3

Gesamtstromverbrauch:		Anzahl Schneitage [h/Schneitage]	30		
Pumpwerk:	185'123kWh	Spezifischer Wasserverbrauch:	11,3	[m³/Schneitag]	1.584,5
Kanonen:	74'436kWh			[m³/ha]	2.228
Kühltürme:	4'000kWh			[l/m²]	222,8
Total:	263'559kWh	Spezifischer Stromverbrauch:		[kWh/ha]	12'350
				[m³/Schneitag]	3.802,8
				[m³/ha]	5.346,0
				Schneifläche [ha]	21,34
				Schneihöhe [cm]	53

Mit der neuen Software wird nur noch die Feuchtkugeltemperatur während des Anlagenbetriebs gemessen. Die Lufttemperatur beim Maximum und Mittelwert ist nicht mehr relevant weil sie solange gemessen wird solange der Schneeerzeuger kommuniziert, das heisst auch wenn wir wegen zu warmen Temperaturen keinen technischen Schnee produzieren und der Schneeerzeuger angeschlossen ist wird die Temperatur in das System mit einberechnet. Ebenso kann man das System so programmieren, dass es bei -2.0°C Feuchtkugeltemperatur von selbst stoppt, denn bei höheren Temperaturen lohnt es sich nicht mehr technischen Schnee zu produzieren. Darum sind bei Feuchtkugeltemperatur Maximum überall dieselben Werte.


Beschneigung Malbun - Schneizahlen Winter 2017/18 (12.11.2017 - 22.12.2017)

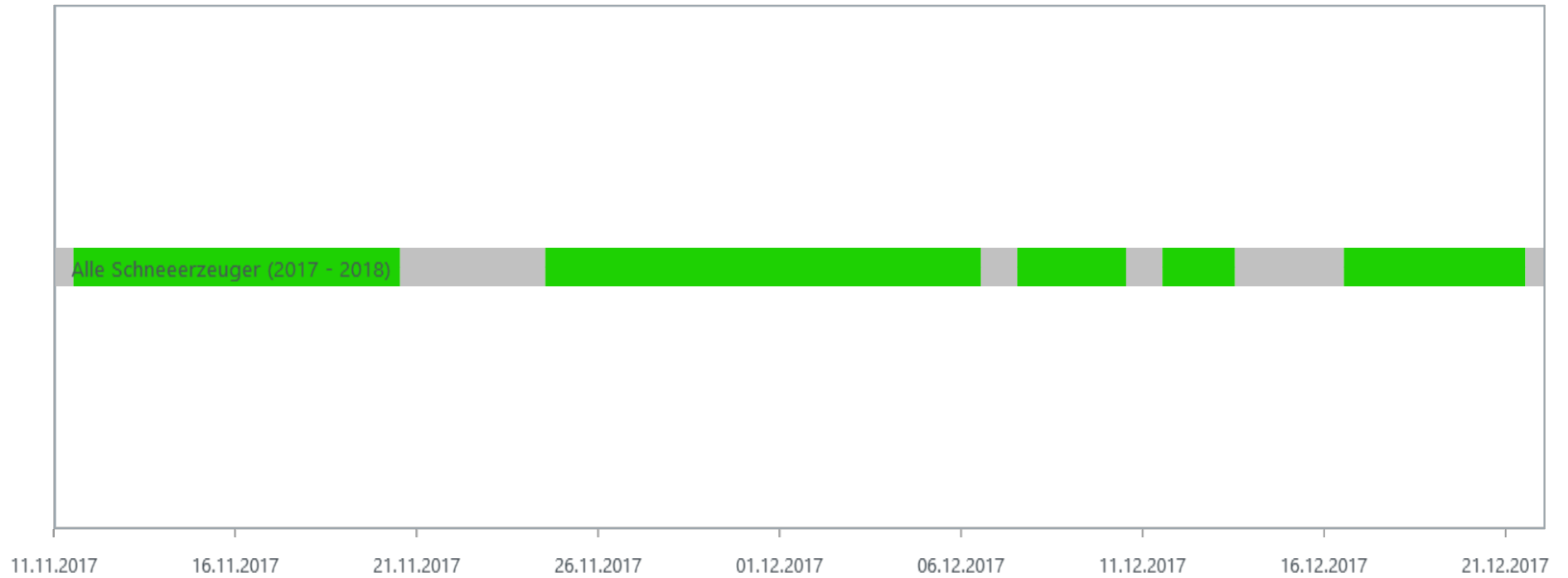
Wetterstationen: B2

Stations-Nr.	Lufttemperatur [°C]			Feuchtkugeltemperatur [°C]			Rel. Feuchte [%]			Windgeschwindigkeit [km/h]		
	min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max
MS0001	-14,4	-2,8	11,2	-14,6	-3,8	5,0	24,0	83,0	100,0	0,0	3,9	64,6
MS0002	-14,7	-3,3	10,0	-14,8	-4,8	3,1	14,0	72,0	100,0	0,0	3,1	88,9
MS0003	-13,8	-2,7	11,3	-14,3	-3,8	4,2	29,0	84,0	100,0			
Summe												
Durchschnitt	-14,3	-2,9	10,8	-14,6	-4,1	4,1	22,3	79,7	100,0			

Status

Legende

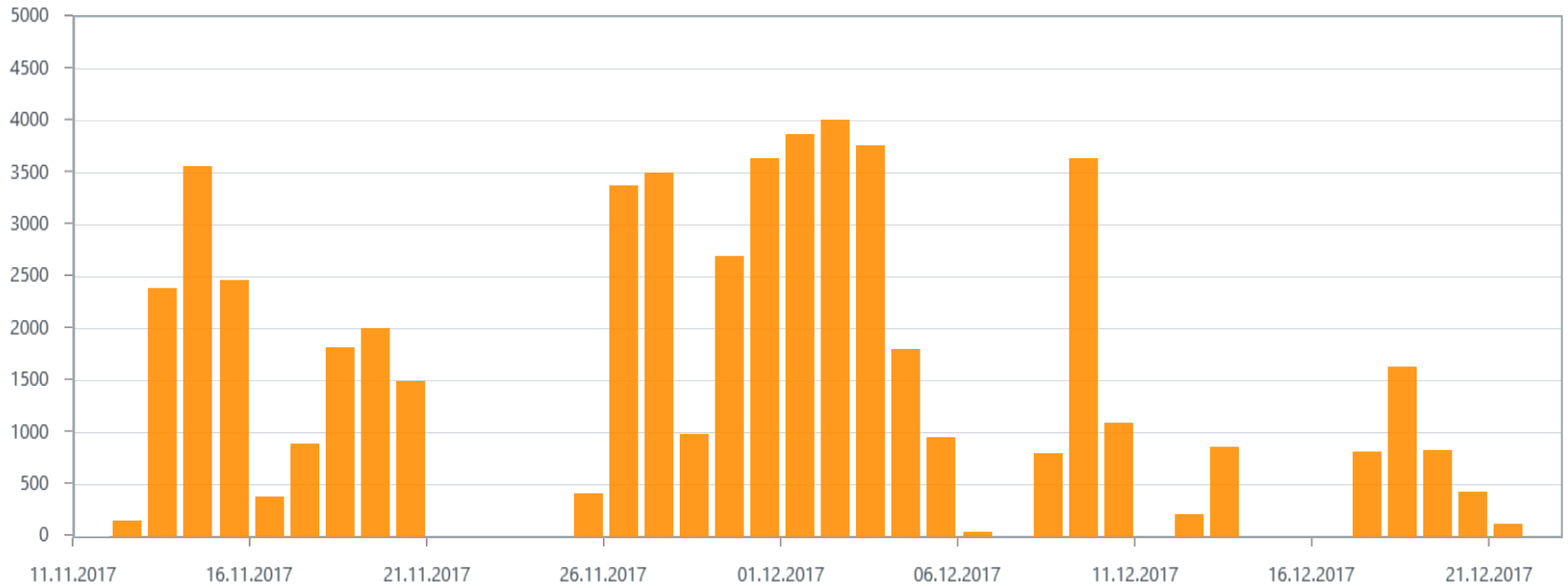
 Alle Schneeerzeuger



Wasserfluss [m³]

Legende

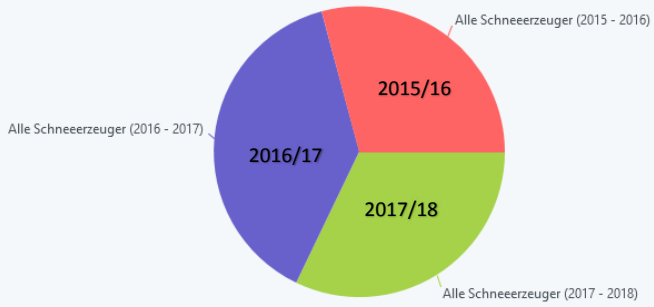
Alle Schneeerzeuger



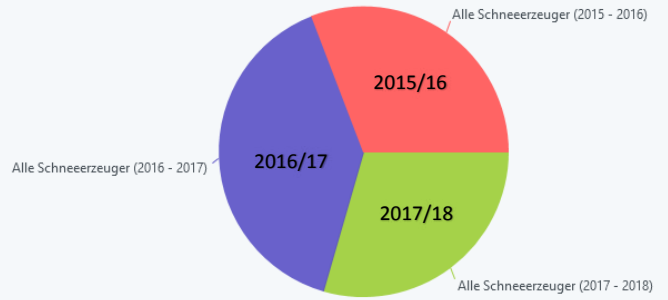
Saisonvergleich 2015/16-2017/18

Saison	Wasserverbrauch	Energiehochrechnung	Gesamtkostenhochrechnung	Schneimenge	Durchschnittstemperatur in Betrieb
Alle Schneerzeuger (2017 - 2018)	55223,5 m ³	75454 kWh	0	132841,7 m ³	-6,7 °C
Alle Schneerzeuger (2016 - 2017)	66464,9 m ³	101549 kWh	0	158336,0 m ³	-5,6 °C
Alle Schneerzeuger (2015 - 2016)	50137,1 m ³	78924 kWh	0	123525,3 m ³	-6,2 °C

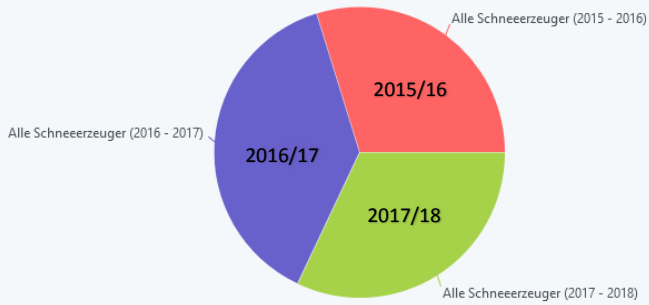
Wassermenge [m³]



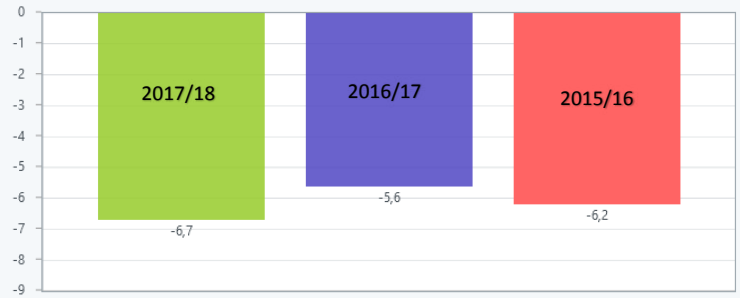
Energiehochrechnung [kWh]



Schneimenge [m³]



Durchschnittstemperatur in Betrieb [°C]



Mittelwert Feuchtkugeltemperatur [°C]

Legende

MS0001 Meteostation Schneeflucht Bergstation



Lufttemperatur [°C]

Legende

MS0001 Meteostation Schneeflucht Bergstation



Relative Feuchte [%]

Legende

MS0001 Meteostation Schneeflucht Bergstation



Mittelwert Feuchtkugeltemperatur [°C]

Legende

MS0002 Meteostation Täli



Grafische Auswertung von Lufttemperatur [°C] im Zeitraum 01.11.2017 - 31.12.2017

Lufttemperatur [°C]

Legende

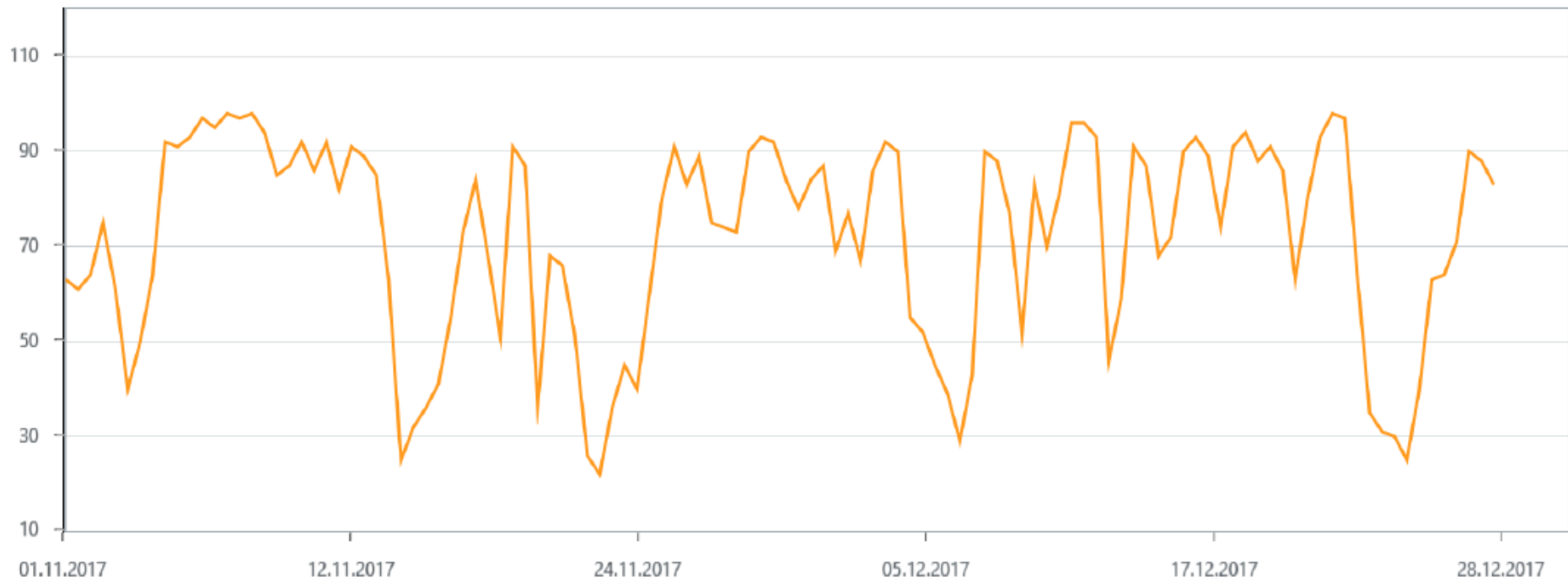
MS0002 Meteostation Täli



Relative Feuchte [%]

Legende

MS0002 Meteostation Täli



Mittelwert Feuchtkugeltemperatur [°C]

Legende

MS0003 Meteostation Schneeflucht Talstation



Lufttemperatur [°C]

Legende

MS0003 Meteostation Schneeflucht Talstation



Relative Feuchte [%]

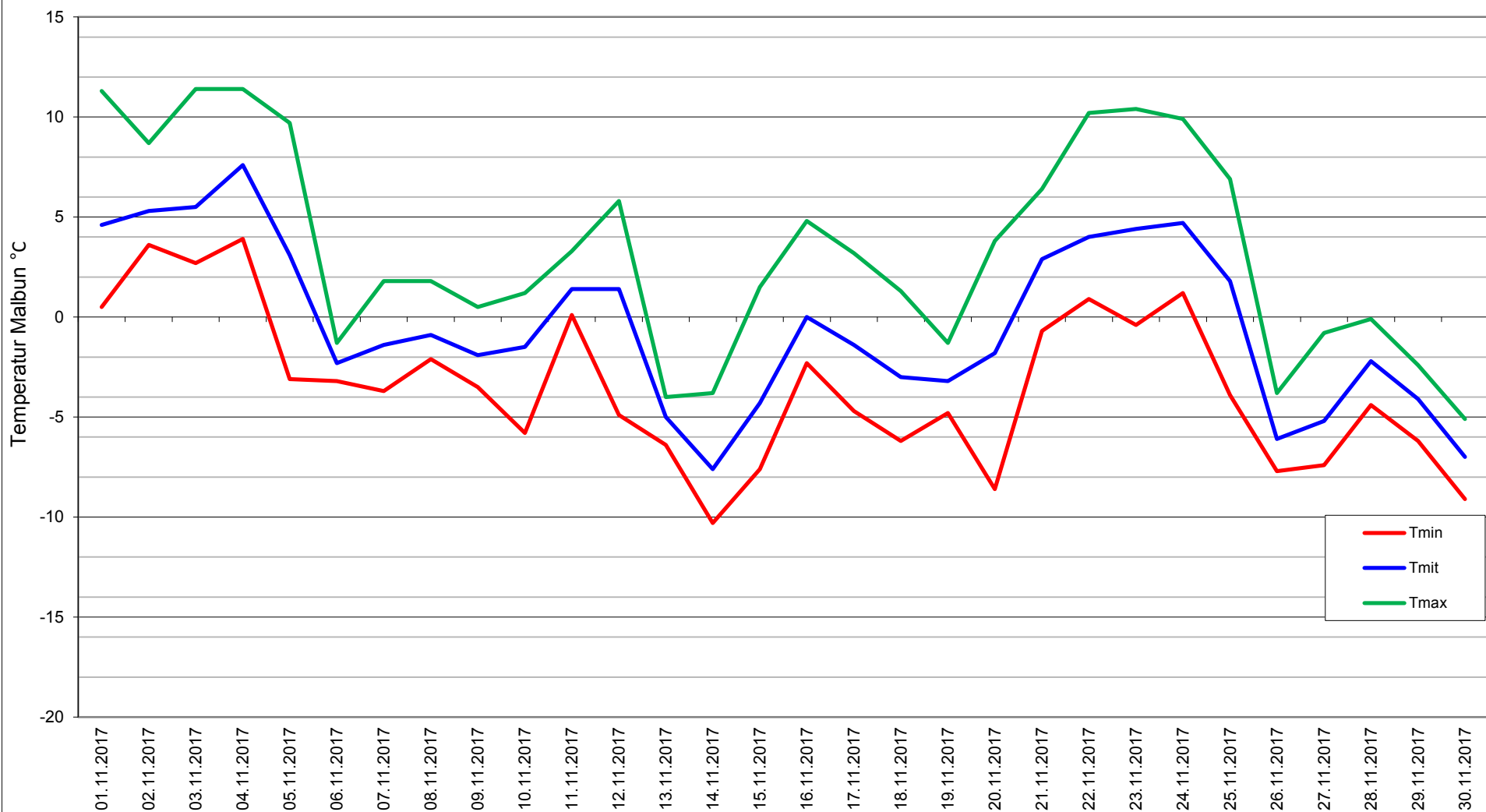
Legende

MS0003 Meteostation Schneeflucht Talstation



Temperatur Malbun 01.11.17-30.11.17

Messtation Malbun (Meteogroup)Diagrammtitel



Monatsstatistik : November 2017

Niedrigste Temperatur (Tmin): -10,3 °C

Mittlere Temperatur (Tmit): -0,4 °C

Höchste Temperatur (Tmax): 11,4 °C

Gesamtdauer Sonnenschein (Sges): - Stunden

Gesamtregenmenge (Rges): 123,0 mm oder l/qm

Minimum-Bodentemperatur (Tbod): - °C

Minimale Luftfeuchtigkeit (RFmin): 22 %

Mittlere Luftfeuchtigkeit (RFmit): 77,5 %

Maximale Luftfeuchtigkeit (RFmax): 96 %

Mittlerer Wind (Wmit): 6 km/h

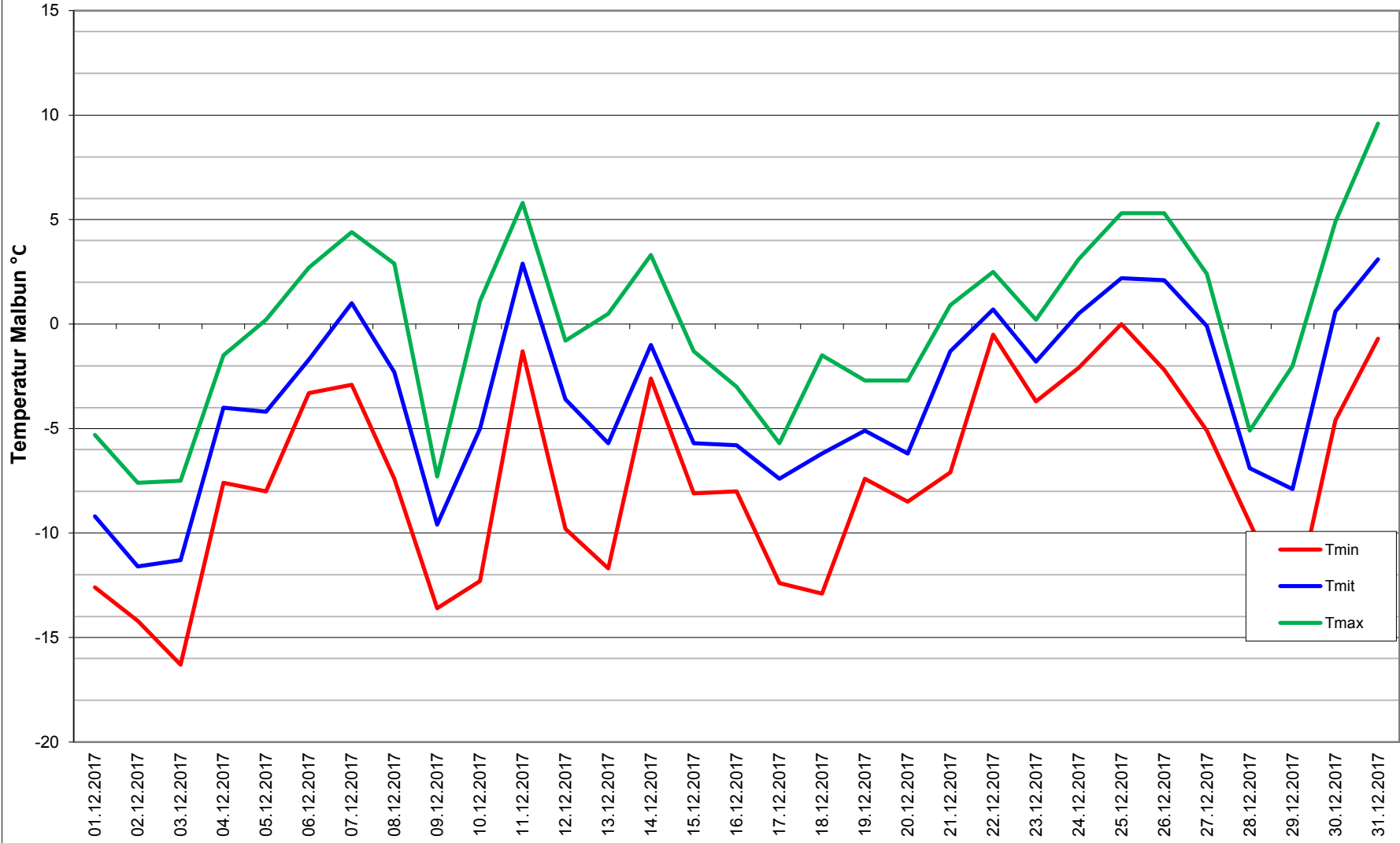
Maximale Windboe (WBmax): 104 km/h

Heizgradtagzahl (20/12) : 612,2

Heizgradtagzahl (20/15) : 612,2

Temperaturen Malbun 01.12.17-31.12.17

Messstation Malbun (Meteogroup)Diagrammtitel



Monatsstatistik : Dezember 2017

Niedrigste Temperatur (Tmin): -16,3 °C

Mittlere Temperatur (Tmit): -3,6 °C

Höchste Temperatur (Tmax): 9,6 °C

Gesamtdauer Sonnenschein (Sges): - Stunden

Gesamtregenmenge (Rges): 117,4 mm oder l/qm

Minimum-Bodentemperatur (Tbod): - °C

Minimale Luftfeuchtigkeit (RFmin): 32 %

Mittlere Luftfeuchtigkeit (RFmit): 79,2 %

Maximale Luftfeuchtigkeit (RFmax): 96 %

Mittlerer Wind (Wmit): 9 km/h

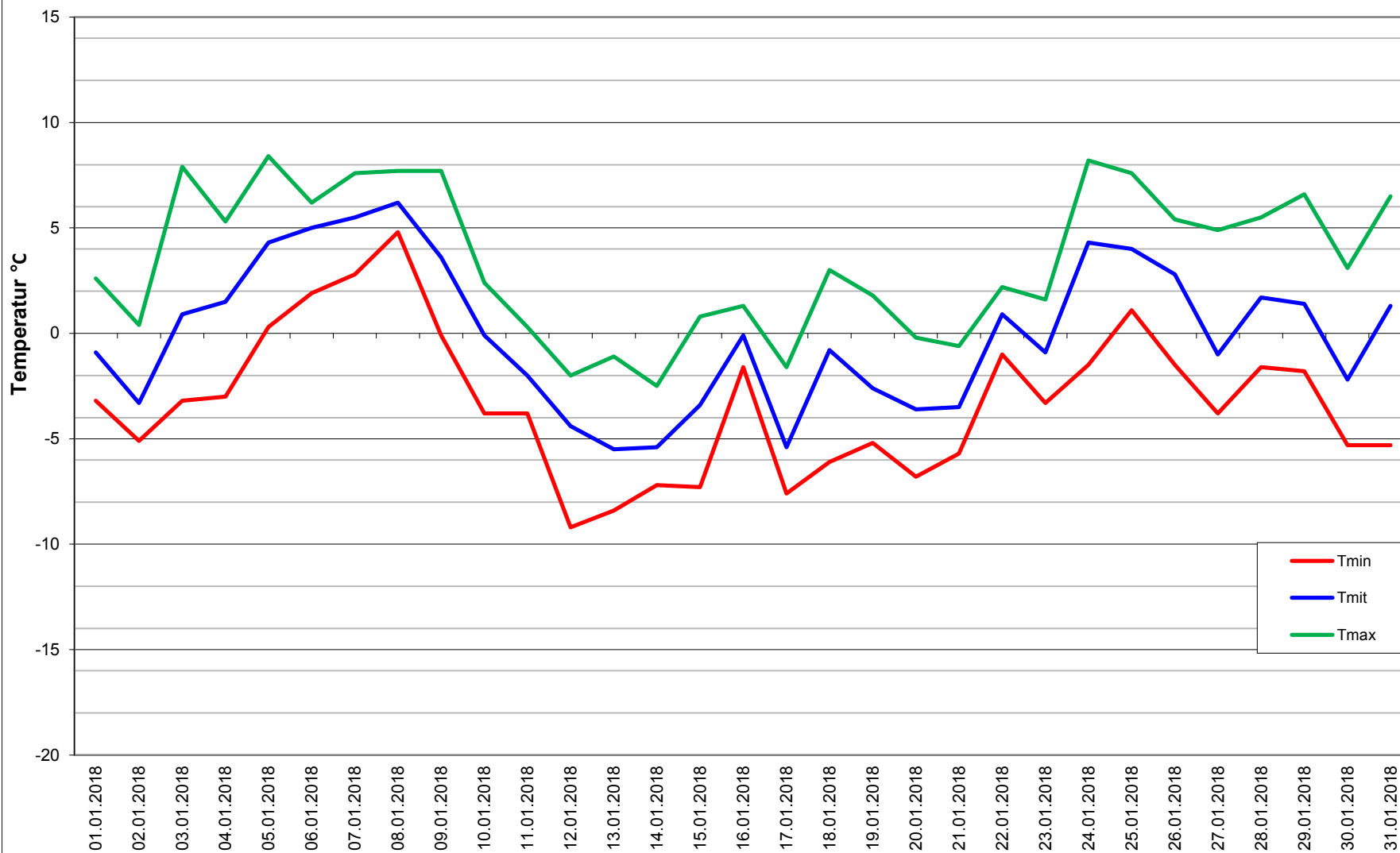
Maximale Windboe (WBmax): 148 km/h

Heizgradtagzahl (20/12) : 730,5

Heizgradtagzahl (20/15) : 730,5

Temperatur Malbun 01.01.17-31.01.17

Messstation Malbun (Meteogroup)



Monatsstatistik : Januar 2018

Niedrigste Temperatur (Tmin): -9,2 °C

Mittlere Temperatur (Tmit): -0,1 °C

Höchste Temperatur (Tmax): 8,4 °C

Gesamtdauer Sonnenschein (Sges): - Stunden

Gesamtregenmenge (Rges): 161,0 mm oder l/qm

Minimum-Bodentemperatur (Tbod): - °C

Minimale Luftfeuchtigkeit (RFmin): 40 %

Mittlere Luftfeuchtigkeit (RFmit): 74,9 %

Maximale Luftfeuchtigkeit (RFmax): 98 %

Mittlerer Wind (Wmit): 12 km/h

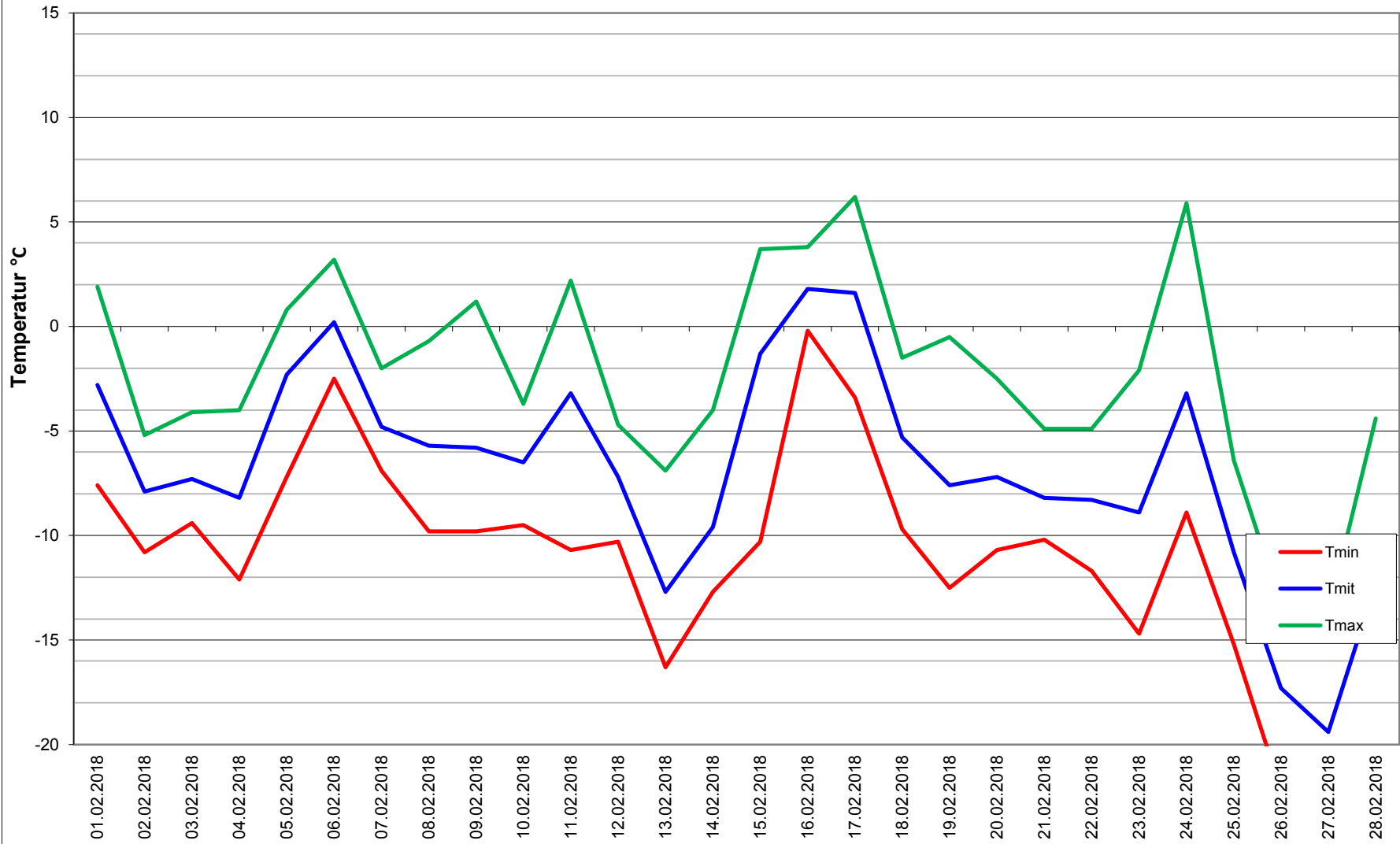
Maximale Windboe (WBmax): 141 km/h

Heizgradtagzahl (20/12) : 621,7

Heizgradtagzahl (20/15) : 621,7

Temperatur Malbun 01.02.18-28.02.18

Messstation Malbun (Meteogroup)



Monatsstatistik : Februar 2018

Niedrigste Temperatur (Tmin): -23,1 °C

Mittlere Temperatur (Tmit): -6,8 °C

Höchste Temperatur (Tmax): 6,2 °C

Gesamtdauer Sonnenschein (Sges): - Stunden

Gesamtregenmenge (Rges): 47,6 mm oder l/qm

Minimum-Bodentemperatur (Tbod): - °C

Minimale Luftfeuchtigkeit (RFmin): 42 %

Mittlere Luftfeuchtigkeit (RFmit): 80,2 %

Maximale Luftfeuchtigkeit (RFmax): 95 %

Mittlerer Wind (Wmit): 5 km/h

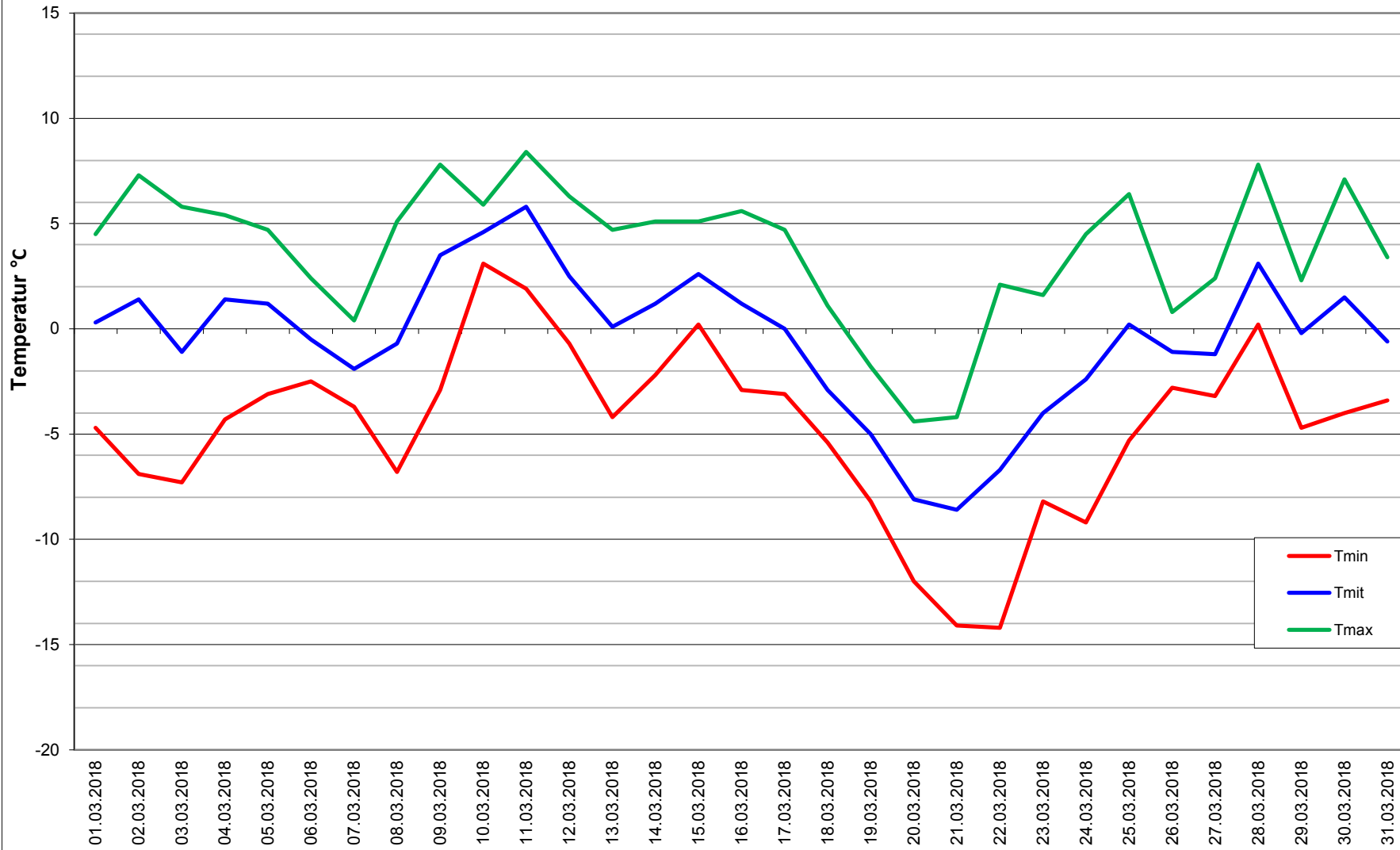
Maximale Windboe (WBmax): 81 km/h

Heizgradtagzahl (20/12) : 750,2

Heizgradtagzahl (20/15) : 750,2

Temperaturen Malbun 01.03.18-31.03.18

Messtation Malbun (Meteogroup)



Monatsstatistik : März 2018

Niedrigste Temperatur (Tmin): -14,2 °C

Mittlere Temperatur (Tmit): -0,5 °C

Höchste Temperatur (Tmax): 8,4 °C

Gesamtdauer Sonnenschein (Sges): - Stunden

Gesamtregenmenge (Rges): 97,6 mm oder l/qm

Minimum-Bodentemperatur (Tbod): - °C

Minimale Luftfeuchtigkeit (RFmin): 37 %

Mittlere Luftfeuchtigkeit (RFmit): 75,3 %

Maximale Luftfeuchtigkeit (RFmax): 95 %

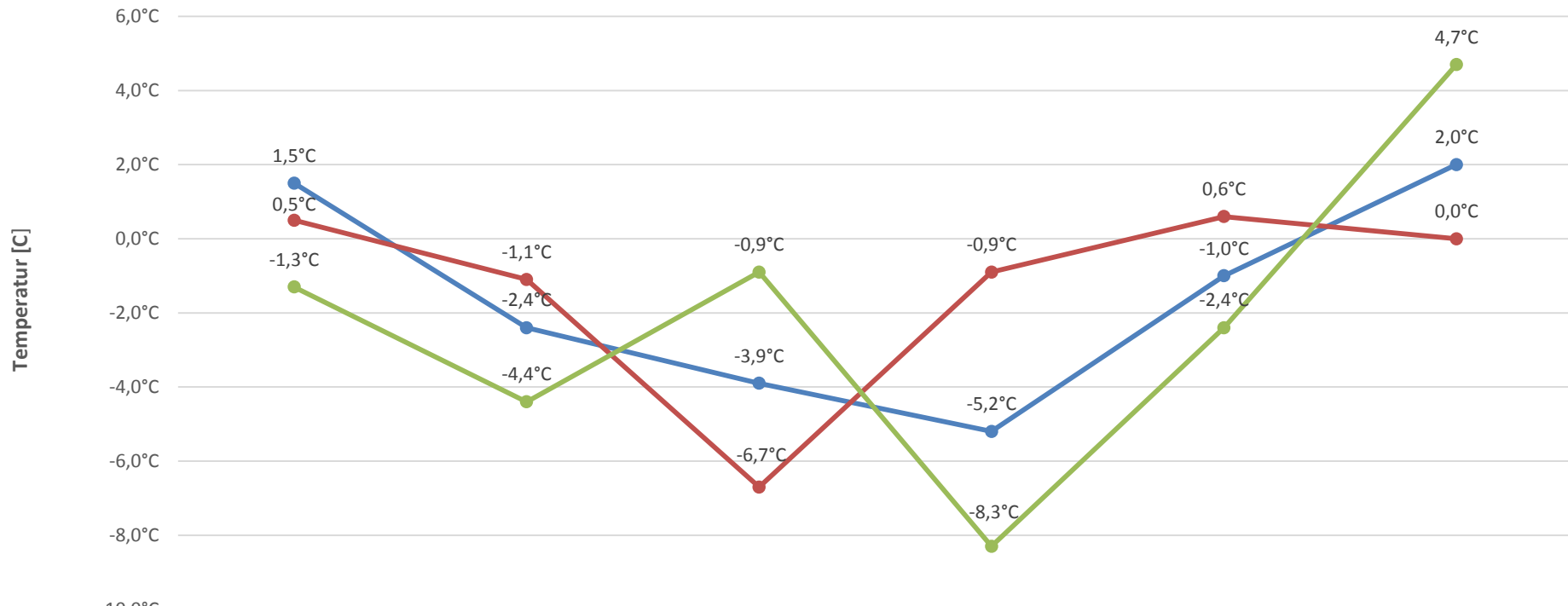
Mittlerer Wind (Wmit): 10 km/h

Maximale Windboe (WBmax): 117 km/h

Heizgradtagzahl (20/12) : 634,4

Heizgradtagzahl (20/15) : 634,4

Malbun - Temperatur (Morgenmessung: 7.00 Uhr) - Monatsmittel

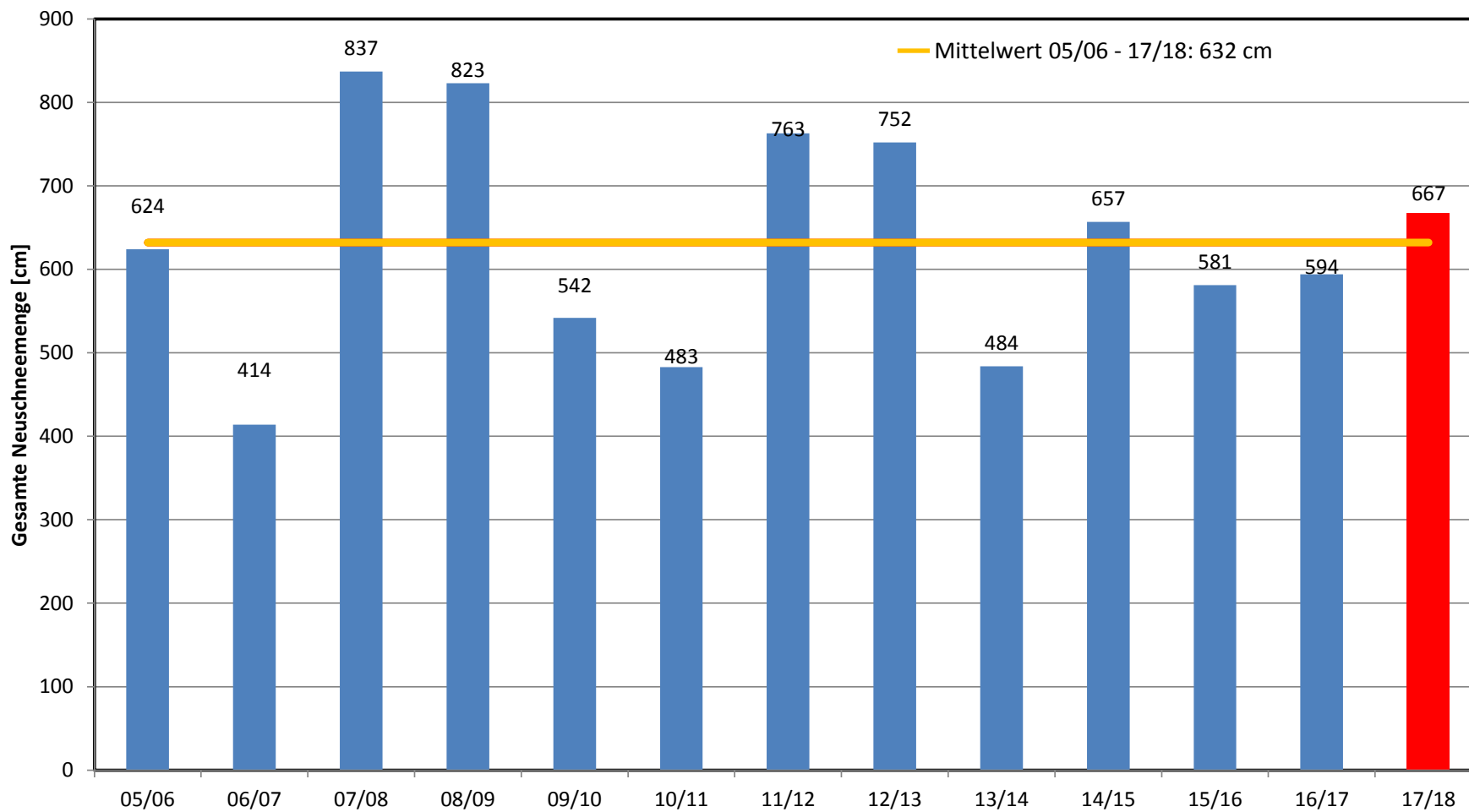


	November	Dezember	Januar	Februar	März	April
08/09-15/16	1,5°C	-2,4°C	-3,9°C	-5,2°C	-1,0°C	2,0°C
16/17	0,5°C	-1,1°C	-6,7°C	-0,9°C	0,6°C	0,0°C
17/18	-1,3°C	-4,4°C	-0,9°C	-8,3°C	-2,4°C	4,7°C

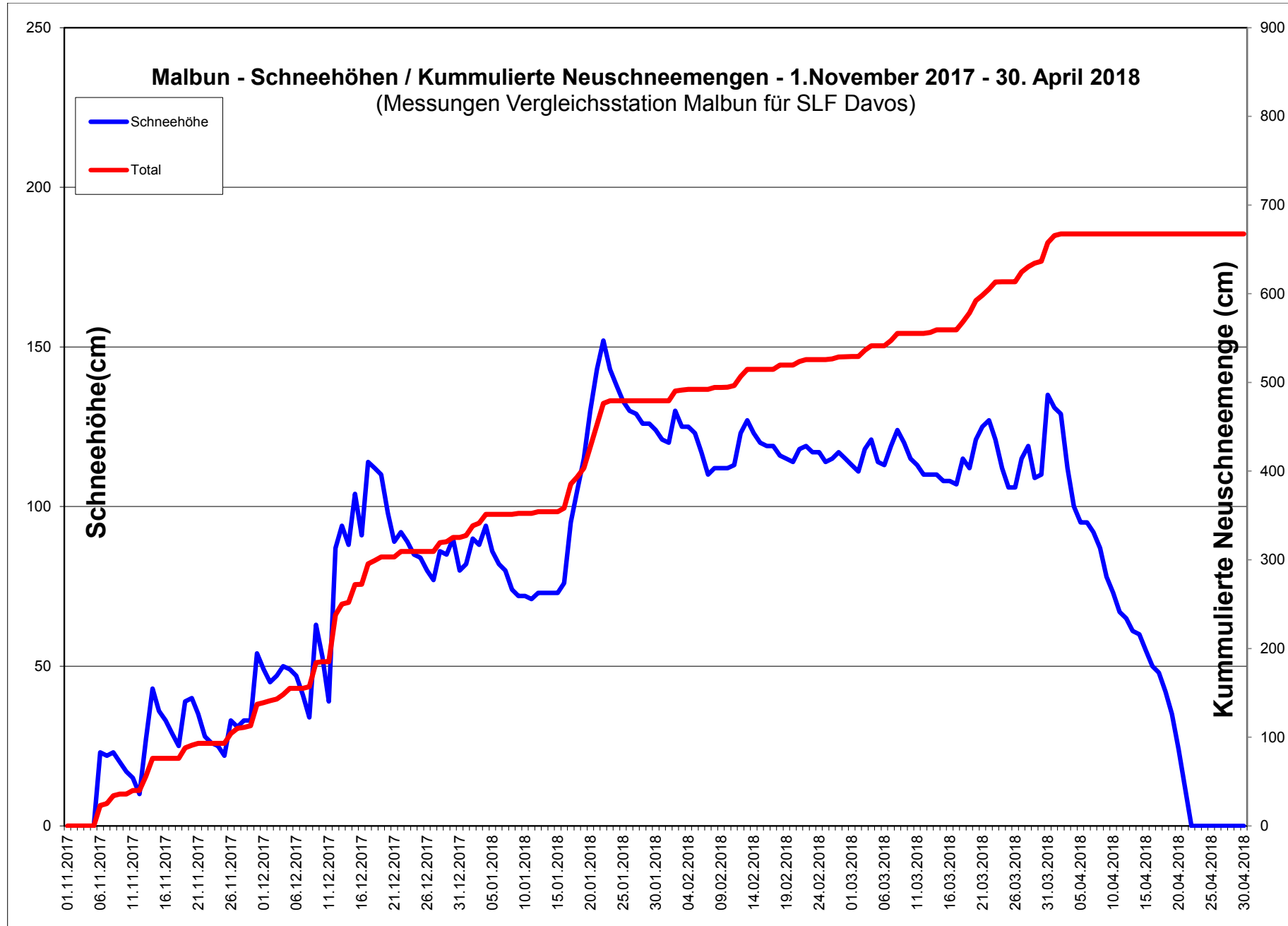
Malbun - Neuschneemengen pro Winter 05/06 - 17/18

B5

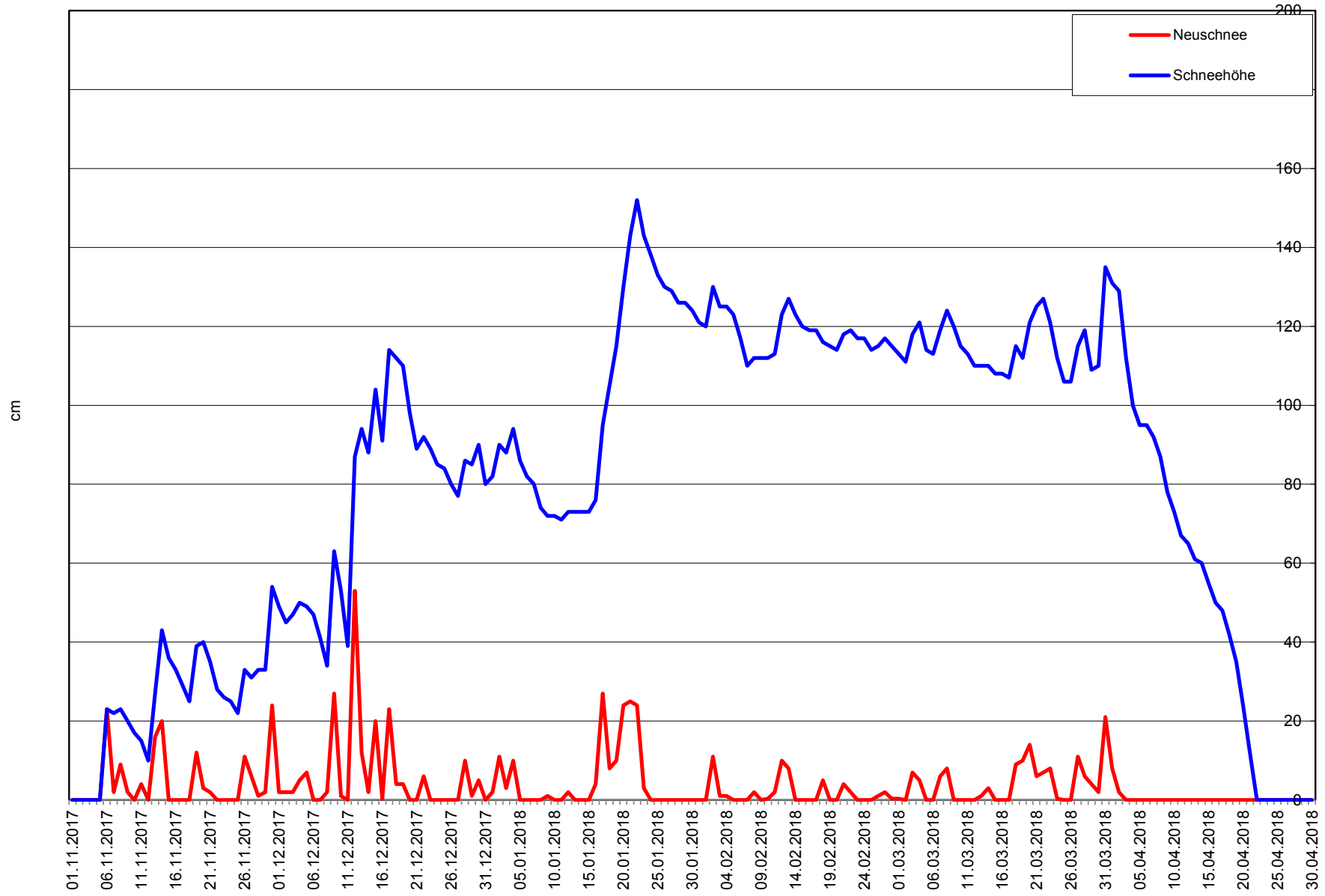
Messfeld Malbun 1'610 m.üM (für SLF Davos)



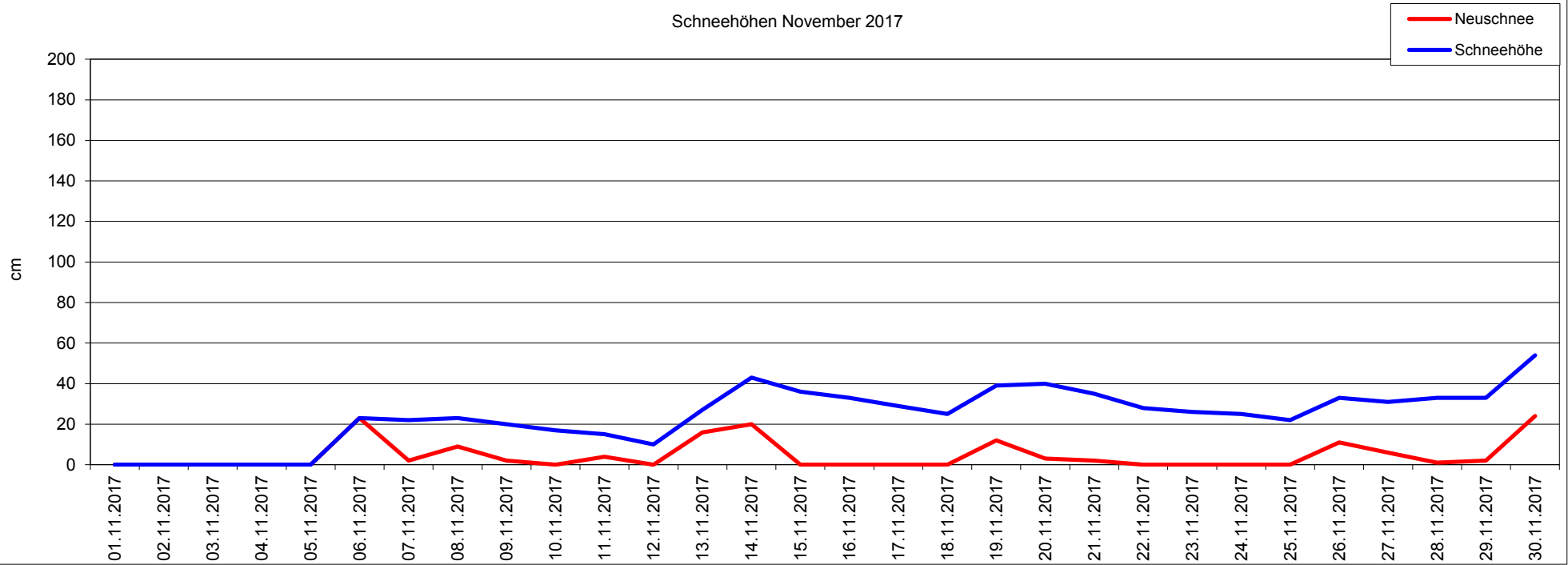
Winter 05/06 - 17/18



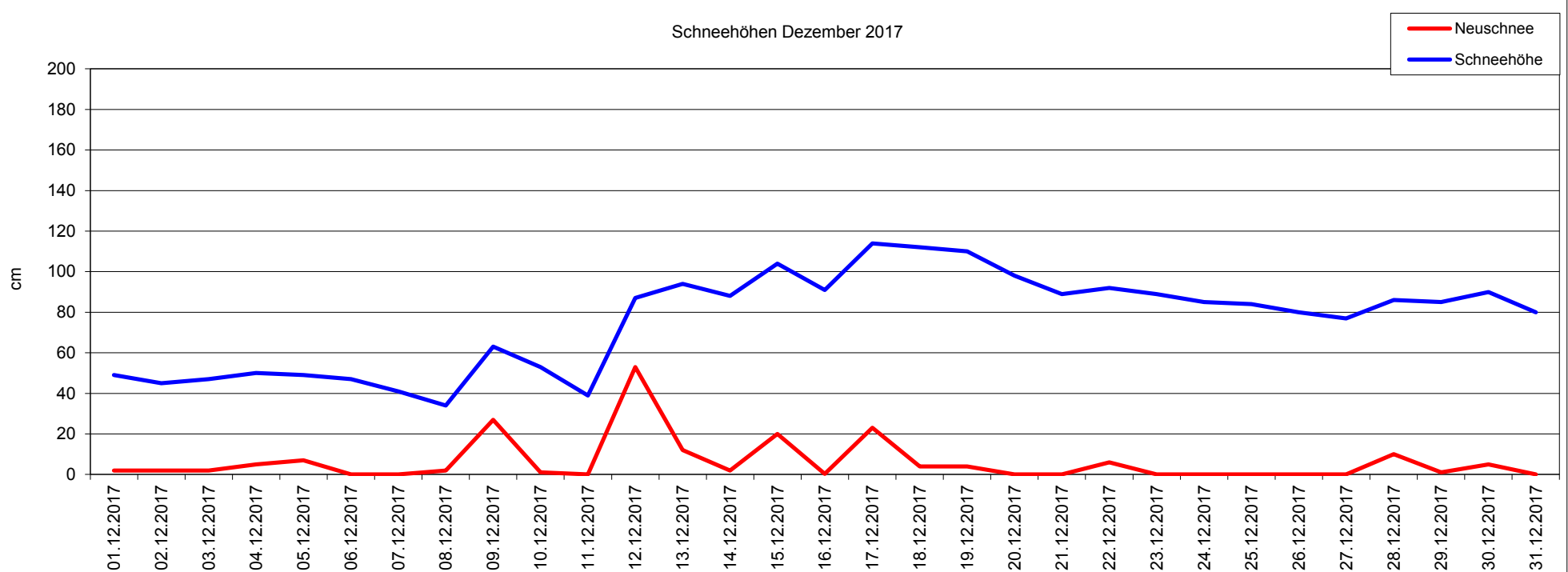
Schneehöhen Winter 2017/18

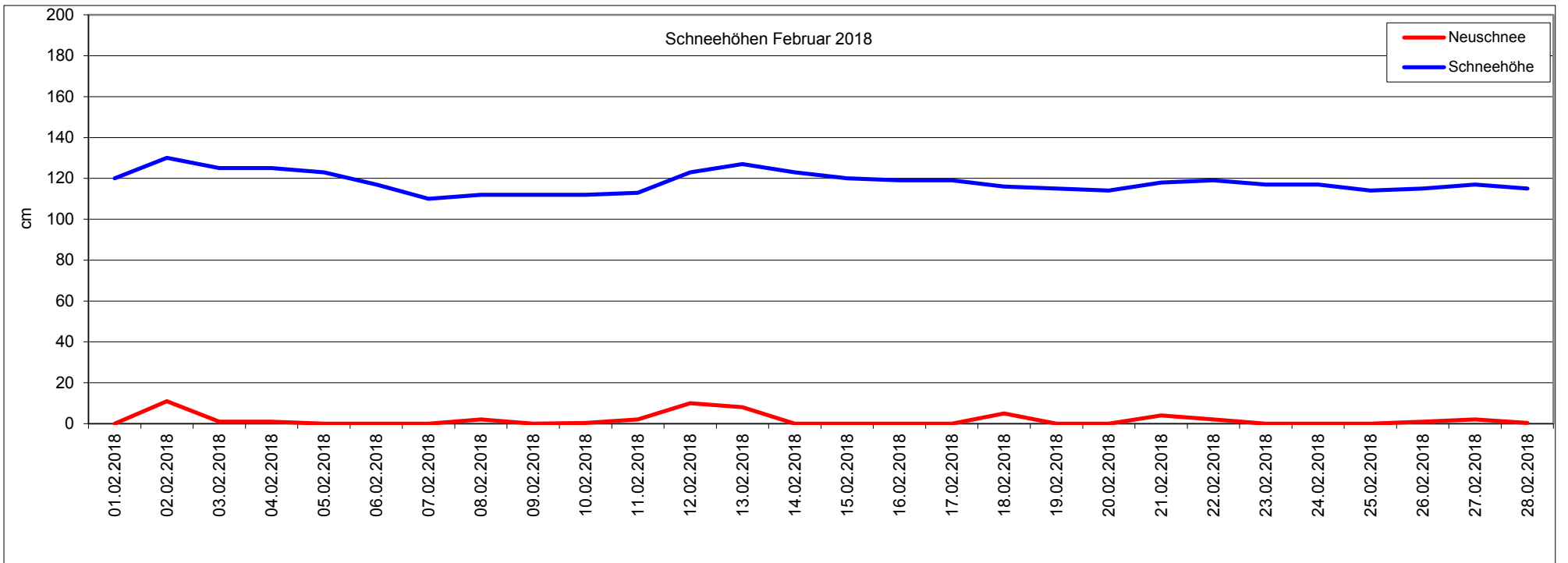
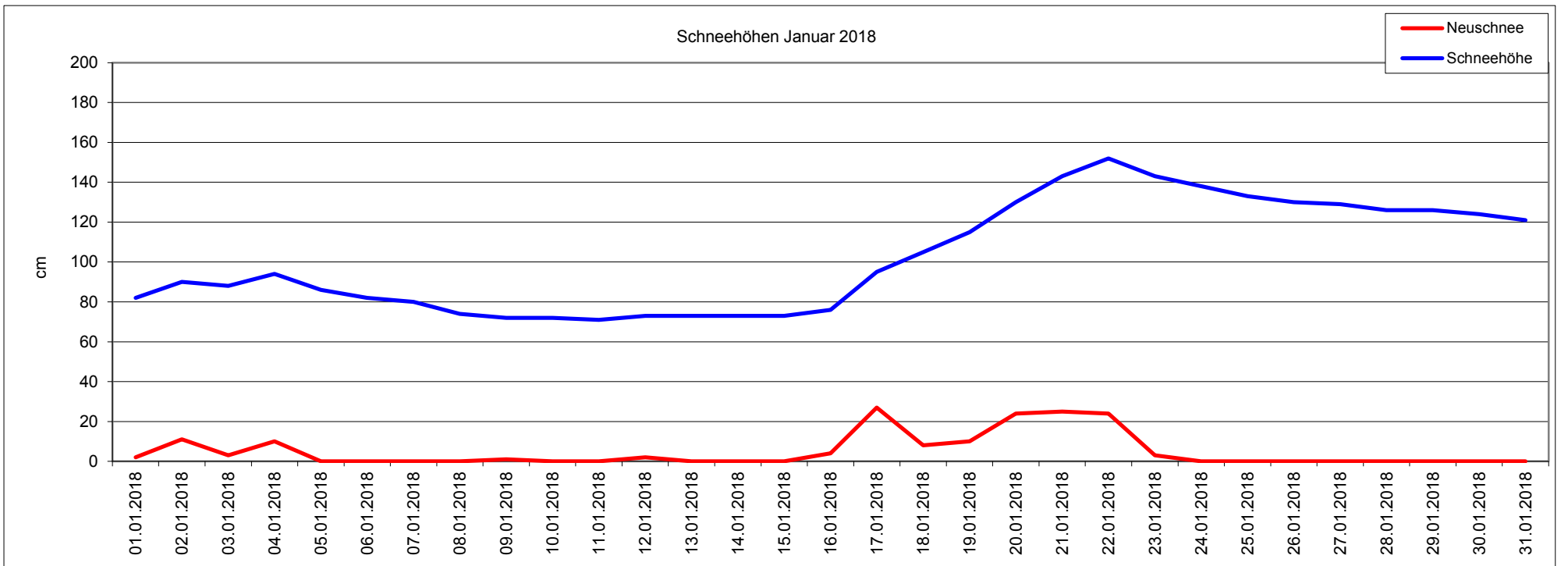


Schneehöhen November 2017

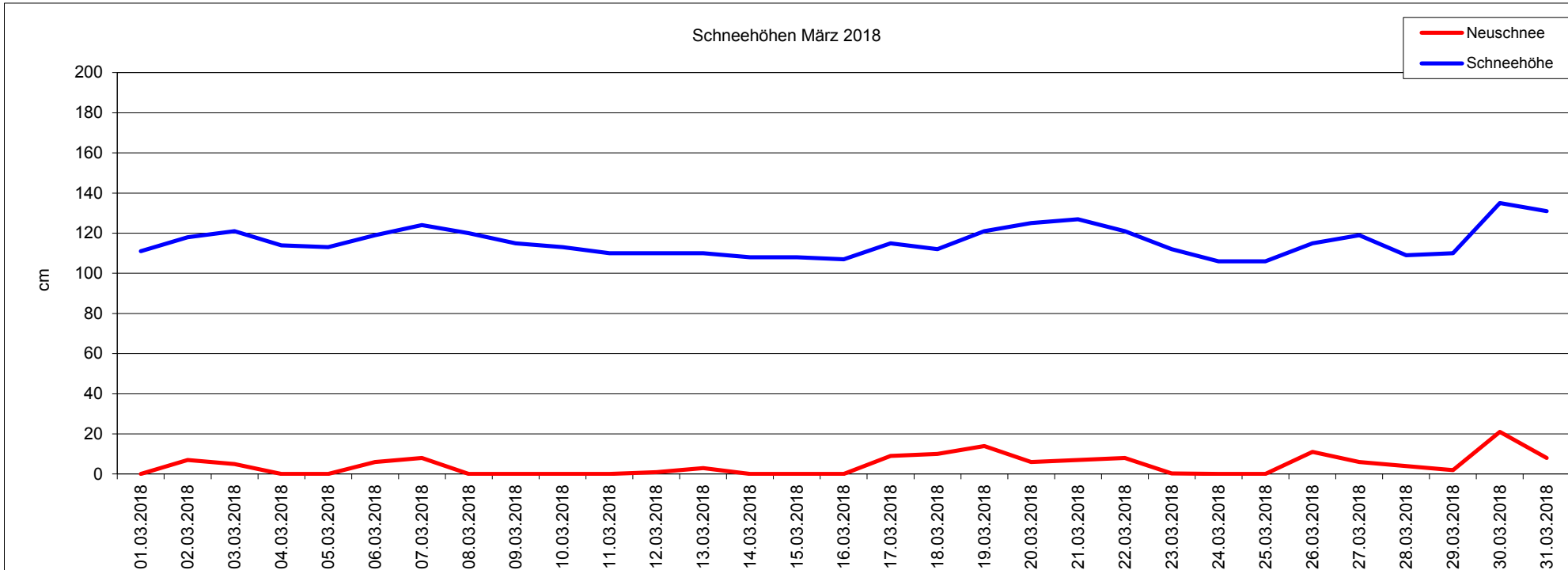


Schneehöhen Dezember 2017

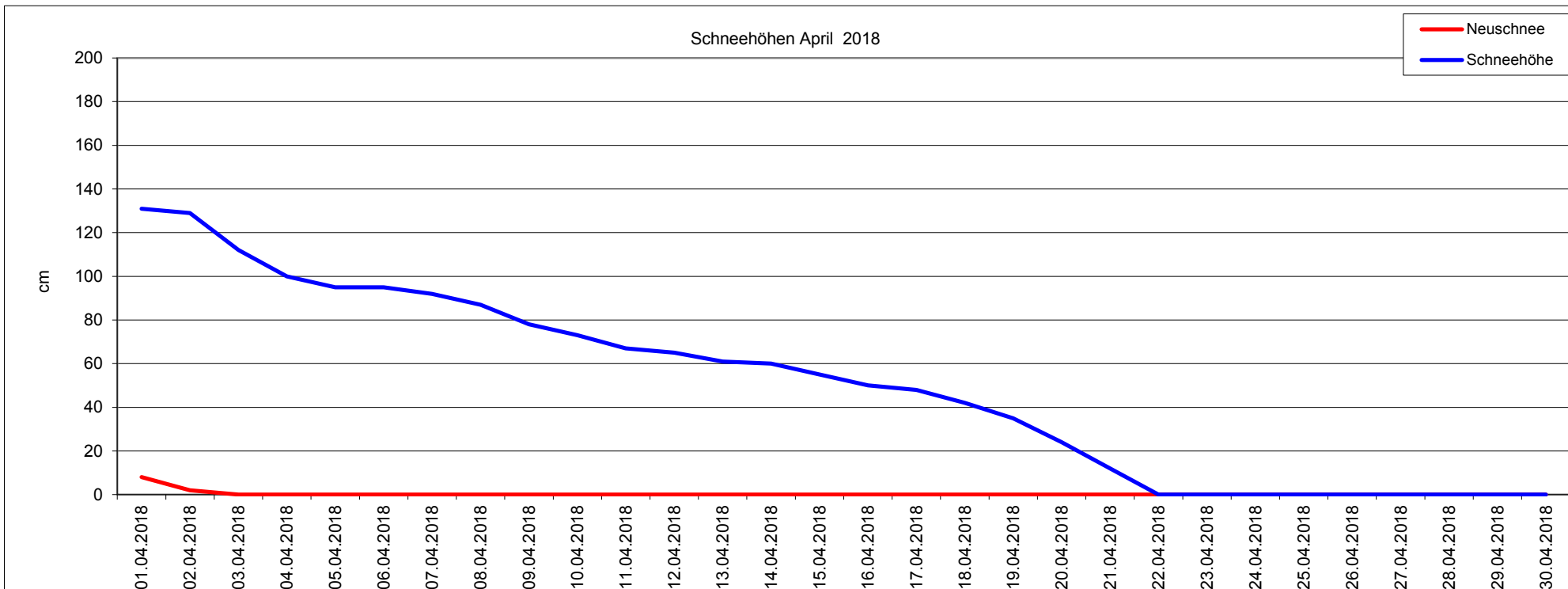




Schneehöhen März 2018

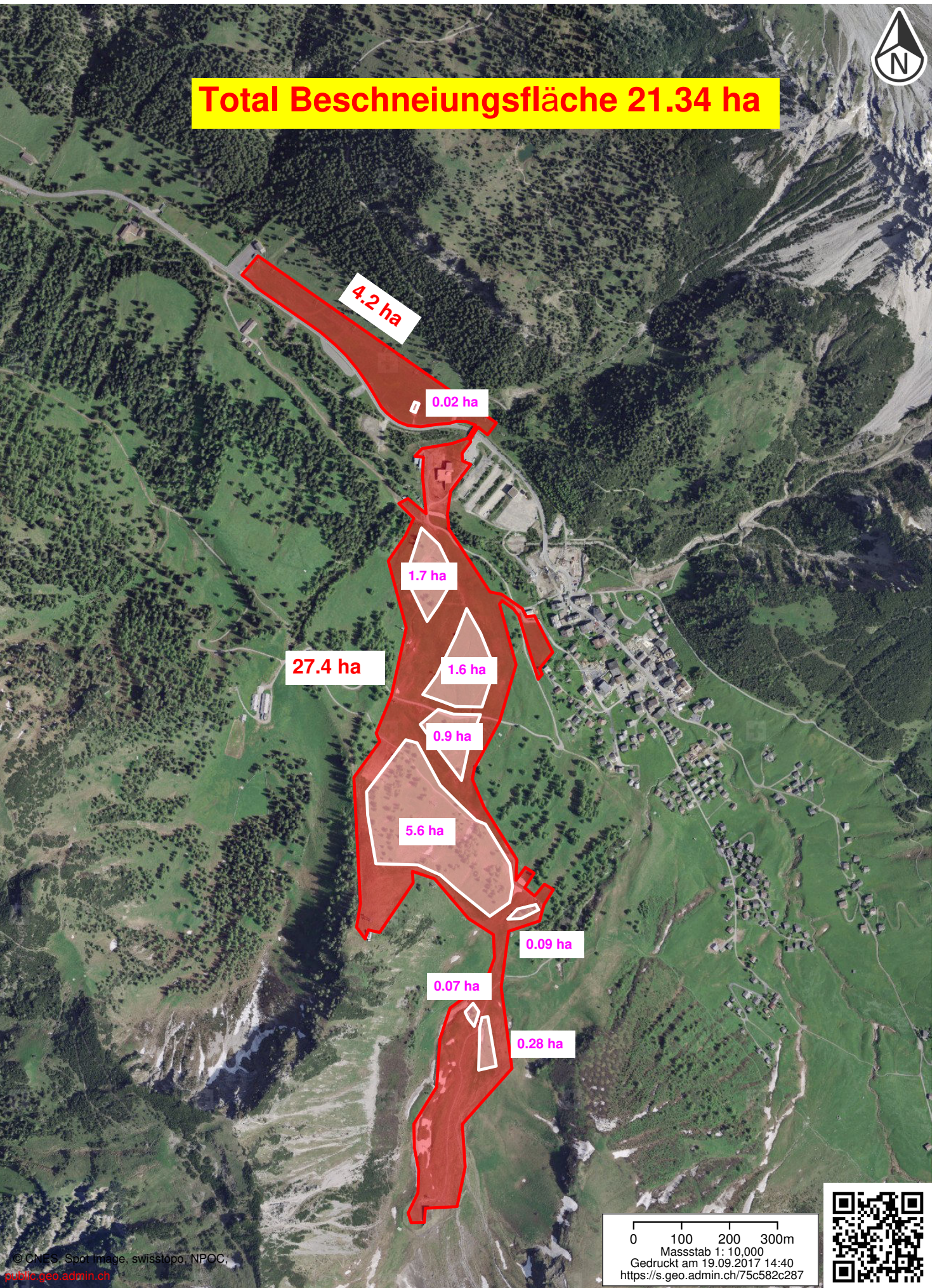


Schneehöhen April 2018





Total Beschneidungsfläche 21.34 ha













© CNES, Spot Image, swisslipo, NPOC,
public.geo.admin.ch

0 100 200 300m
Massstab 1:10,000
Gedruckt am 19.09.2017 14:40
<https://s.geo.admin.ch/75c582c287>



LEGENDE :

-  Wetterstation
-  Druckleitung Beschneigungsanlage
-  Wasserleitung (Verbundleitung Triesenberg - Vaduz)
-  Steuerleitungen / Beschallung / Stromversorgung / Zeitmessung
-  Schneeschacht / Schieberschacht
-  Pistenumrandung
-  Grundwasserschutzzone S1
-  Grundwasserschutzzone S2
-  Grundwasserschutzzone S3
-  Anlagen der Bergbahn Malbun AG

Ausführungspläne Pumpstation
siehe Plan Nr.:

- 6299/A02.0 Situation
- 6299/A03.0 Grundriss Oben
- 6299/A04.0 Grundriss Unten
- 6299/A05.0 Schnitte A/B
- 6299/A06.0 Schnitte C/D/E/F/G

Ausführungsplan Situation
Werkleitungen siehe Plan Nr.

3164/ 102 Werkplan 1 : 1000

