

Schneisaison 2015/16

Beschneigungsprotokoll



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
- B2a Temperaturdaten 01.11.15 – 31.01.16 Meteostation [MS0001] Schneeflucht [1'550 m ü. M.]
- B2b Temperaturdaten 01.11.15 – 31.01.16 Meteostation [MS0002] Täli [1'780 m ü. M.]
- B2c Temperaturdaten 01.11.15 – 31.01.16 Meteostation [MS0003] Schneeflucht [1'500 m ü. M.]
- B3 Daten Automatische Messstation Malbun [Meteogroup] 01.11.2015 – 29.02.2016
- B4 Morgentemperaturen Monatsmittel 01.11.2015 – 30.04.2016
- B5 Neuschneemengen pro Winter [2003/04 – 15/16]
- B6 Neuschneemengen/Schneehöhen Winter 2015/16
- B7 Übersicht Beschneigungsanlage

Beschneigungsanlage Malbun

Beschneigungsprotokoll / Wasser-/ Energiebilanz Schneisaison 2015/16

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] erreicht. Diese Daten werden während der ganzen Schneiperiode gemessen, also auch ausserhalb des Anlagebetriebs.

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.

Bei der Meteostation [MS0002] im Vaduzer Täli war der Temperaturfühler defekt, darum haben wir von dieser keine verwertbaren Daten für die Saison 2015/16.

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 Anlagebetriebs gemessen.

c) Schneischächte:

Über die jeweils angeschlossenen Schneeerzeuger werden für die 41 Schneischächte schachspezifisch 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 während des Anlagebetriebs gemessen.

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 2015/16 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 B7 zusammengestellt.

Nachfolgend die wichtigsten Daten und deren Vergleich mit den entsprechenden Angaben im Technischen Bericht des Bau- und Detailprojektes sowie mit der Schneisaison 2015/16:

	Projektannahmen	Schneisaison 2014/15	Schneisaison 2015/16
Schneiperiode	15. Nov. - 01. März	6. Dez. - 28. Jan.	21. Nov. - 21. Jan.
Beschneite Fläche	9.8 ha	16 ha	16 ha
Anzahl Schneitage	20 Tage	34 Tage	30 Tage
Schneizeit	120 Std.	538 Std.	551 Std.
Mittlere Lufttemperatur ¹⁾		-5.6°C	-4.9°C
Mittlere rel. Feuchte ¹⁾	60%	81.1%	74.6%
Mittlere Feuchtkugeltemperatur ¹⁾		-6.4°C	-6.4°C
Mittlere Temperatur Schneiwasser	1 °C	3.3°C	2.1°C
Wasserverbrauch pro Saison	17'000 m ³	36'285m ³	46'527m ³
Max. Wasserverbrauch pro Tag	1'800 m ³	2'796m ³	3'519m ³
Max. Wasserverbrauch pro Stunde		42.9l/s	45.8l/s
Stromverbrauch			
PW+Kanonen+Kühlturm	90'000 kWh	262'666kWh	261'321kWh
Pumpwerk		180'582	179'207
Kanonen		78'084	78'114
Kühlturm		4'000	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 46'527 m³ rund 28 % über dem Vorjahreswert.

Die mittlere Schneiwassertemperatur lag mit 2.1 °C unter dem Vorjahreswert. Sie schaltet bei tiefen Lufttemperaturen ab -10°C selbst ab und kühlt nicht mehr. Ein weiterer Grund ist, bei hohen Fördermengen, kommt die Kühlung nicht mehr nach, das heisst, das Wasser geht vom Kühlbecken direkt in die Pumpen.

Der Gesamtstromverbrauch ist praktisch gleich wie im Vorjahr trotz höherem Wasserverbrauch. Der Grund ist weil wir Ende November und ab 10. Januar zwei gute Schneiperioden hatten der Dezember lag im Grenztemperaturbereich. Das heisst die Schneeerzeuger benötigen immer gleich viel Energie egal ob es -4°C oder -15°C Feuchtkugel hat nur die Schneeproduktion ist bei -15°C viel höher. Bei der Pumpstation ist der Unterschied auch gravierend weil man im Grenztemperaturbereich immer eine viel längere Produktionszeit hat. Die Schneizeit ist mit 30 Tagen resp. 551 Std. praktisch gleich wie im Vorjahr trotz höherem Wasserverbrauch. Die theoretische technische Gesamtschneeproduktion beträgt rund 116'318 m³, woraus eine theoretische mittlere technische Schneehöhe von 72 cm resultiert.

Die Überschreitung der Projektannahmen kann wie folgt begründet werden:

a) Meteorologie

Monatsdurchschnittstemperaturen	SS 08/09-13/14	SS 14/15	SS 15/16
November	0.9°C	5.4 °C	3.7 °C
Dezember	- 3.0 °C	- 1.3 °C	1.9 °C
Januar	- 4.1 °C	- 2.3 °C	- 2.0 °C
Februar	- 5.6 °C	- 4.5 °C	- 0.6 °C

Die Temperaturen im Monat November lagen bis zum 20.November immer im Plusbereich, ab dem 21.Nov. bis und mit 29.November gab es eine relativ gute Kälteperiode. Im Dezember war die Temperatur im Monatsmittel sogar auch im Plusbereich es gab nur eine kurze Kälteperiode vom 10 bis 15 Dez. im Grenztemperaturbereich. Im Monatsmittel lagen die Temperaturen für den Dezember auch über dem langjährigen Durchschnitt. Im Januar lagen sie im Durchschnitt der letzten Jahre dank einer zweiten Kälteperiode von Mitte Januar weg. Der kälteste Monat des Winters 2015/16 war der Januar mit einem Monatsmittel von -2.0°C. Die mittlere relative Feuchte war mit 74.6 % unter dem Durchschnitt der letzten Jahre. Die mittlere Feuchtkugeltemperatur war dank den zwei Kälteperioden mit -6.4°C einigermaßen in Ordnung.

Niederschlag	SS 13/14	SS 14/15	SS 15/16
November	92.4 mm	70.0 mm	76.6 mm
Dezember	66.2 mm	83.0 mm	22.8 mm
Januar	91.6 mm	112.6 mm	141.4mm
Februar	102.5 mm	32.4 mm	86.6 mm
Summe Nov. – Febr.	352.7 mm	298.0 mm	327.4 mm

Die Niederschläge in der entsprechenden Periode lagen für den Monat November im Mittel der Vorjahre. Vom 22 bis 30.Nov. fielen insgesamt 70cm Neuschnee. Der Monat Dezember lag mit 22.8mm Niederschlag unter dem Durchschnitt der letzten Jahre und davon waren nur 6cm in Form von Schnee, der Rest kam als Regen. Bei der Schneemessung Malbun war die Schneehöhe vom 20 bis 31.Dez. sogar auf 0 cm zurückgegangen [siehe Diagramm Schneehöhenmessung Malbun für SLF Davos]. Der Niederschlagsreichste Monat war der Januar mit 141.4mm oder 203cm Neuschnee. Die kumulierte Neuschneebildung ist mit 581cm um 73.5cm tiefer, als der Mittelwert der Jahre 03/04 - 15/16 [654.5cm]. Ein grosser Teil davon fiel allerdings, erst vom 10.Januar weg, was für das Weihnachtsgeschäft zu spät ist. Auch die absolute Schneehöhe lag mit einem Maximalwert von 95cm im März [09.03.2016].

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass der Monat November bis am 20.Nov. zu warm, ab dem 21.Nov. dank der Kälteperiode und den 70cm Neuschnee sonst ok war. Aus den oben erwähnten Gründen und den 6 neu investierten Schneilanzen konnten die Sesselbahn Täli und der Schlepplift Schneeflucht bereits am 5.Dezember in Betrieb genommen werden und die Pisten über den Monat Dezember gehalten werden. Der Monat Dezember war viel zu warm und es gab nur 6cm Niederschlag in Form von Schnee. In der Weihnachtswoche waren die Wiesen sogar grösstenteils ausgeperrt. Mit der zweiten Kälteperiode und den Neuschneefällen ab Januar konnte am 16.Januar auch die Sesselbahn Hohegg in Betrieb genommen werden. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Schneedecke und eines Skibetriebes, war man auf technische Beschneigung angewiesen.

Durch Rückrechnung aus dem registrierten Wasserbedarf kann auf eine künstliche mittlere Schneehöhe von 72cm geschlossen werden. Jedoch verfälscht der Bau des Familiencrosses (Wellen/Hügelbahnen/Steilkurven/Schnecke) im Vaduzer Täli, wo grosse Schneemengen gebraucht werden, das Resultat ein bisschen. Es wurden dazu 4'220m³ Wasser benötigt was eine Schneemenge von 10'550m³ ergibt.

Beschneite Fläche

Die effektiv beschneite Fläche betrug ca. 16 ha.

4. Schlussbemerkung

Die natürliche Neuschneebildung im Winter 2015/16 war unter dem Mittel der Vorjahre. Die kumulierte Neuschneebildung betrug 581cm. Die maximal gemessene Schneehöhe war mit 95cm am 09.03.2016 am höchsten, was heisst, dass die gebrauchten Neuschneemengen erst vom 12.Januar weg kamen (siehe auch Diagramm Schneehöhenkurve). Die Temperaturen waren für November bis Ende Dezember, Ausnahme neun Tage Ende November, für eine optimale technische Beschneigung ebenfalls zu hoch. Zudem musste der technische Schnee, wegen der geringen Neuschneebildung Anfangs Saison für die ganze Fläche produziert und verstossen werden, was einen enormen Mehraufwand gegenüber der punktuellen Beschneigung bedeutet. 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 höhere technische Beschneigung erforderlich. Die Schneiwassermenge betrug $46'527\text{m}^3$. Dies sind $10'242\text{m}^3$ mehr als im Vorjahr. Die Schneiwassermenge betrug im Schnitt der Jahre 06/07 bis 14/15: $39'035\text{m}^3$. Somit lag sie in der Saison 15/16 über dem Mittel. Die rechnerisch technische mittlere Schneihöhe betrug 72cm.

Der Energieverbrauch war im Vergleich, zu gleich viel produzierten Schneemengen der Vorjahre niedriger. Dies ist damit zu erklären, dass die technische Beschneigung wegen zwei Kälteperioden im Winter 15/16 bei tieferen Temperaturen erfolgte als andere Winter, wodurch eine ökonomischere Schneeproduktion möglich 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. $10 - 20\text{m}^3$ technischen Schnee und bei -15°C , ca. $50 - 60\text{m}^3$ technischen Schnee in der Stunde. Dies bedeutet bei Produktion im Grenztemperaturbereich eine viel längere Schneizeit und eine höhere Energiebilanz.

Alles in allem, fing der Winter 15/16 Ende November gut an, aber der Dezember war sehr mühsam für die Produktion von technischem Schnee und das Verständnis der Leute steigt auch nicht gerade je näher Weihnachten rückt. Darum muss man auch versuchen im Grenztemperaturbereich das Optimum herauszuholen, auch wenn sich das für die Wasser-/Energiebilanz nicht immer positiv auswirkt.