
SCHNEISAISON 2009/10

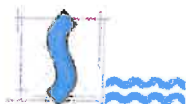
BESCHNEIUNGSPROTOKOLL



WASSER- / ENERGIEBILANZ

Triesen, im September 2010

Verfasser:



Ingenieurbüro Sprenger & Steiner / fb, Triesen

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	3
1.1	AUSGANGSLAGE.....	3
1.2	AUFTRAG.....	3
2	DATENREGISTRIERUNG / -PROTOKOLLIERUNG	3
3	DATENAUSWERTUNG	5
4	SCHLUSSBEMERKUNG	8

Beilagen:

- B1 Schachtdaten ✓
- B2 Kanonendaten ✓
- B3 Daten Wetterstationen ✓
- B4a Temperaturganglinie 01.11.2009 – 28.02.2010 – Vergleich mit Vorjahreswerten
- B4b Temperaturdaten 01.10.2009 – 28.02.2010 – IMIS-Station MLB-1 ‚Malbun-Spitz‘
- B4c Temperaturdaten 01.10.2009 – 28.02.2010 – IMIS-Station MLB-2 ‚Malbun-Bärgtäli‘
- B4d Temperaturdaten 01.10.2009 – 28.02.2010 – Stationenvergleich MLB-1 – MLB-2
- B5 Morgentemperaturen Monatsmittel Nov09 – Apr10
- B6 Temperatur (Tagesmittel) – Niederschlag (Tagessumme) 01.11.09 – 28.02.10
- B7a Neuschneemengen pro Winter (97/98 bis 09/10)
- B7b Neuschneemengen / Schneehöhen Winter 09/10
- B8 Wasserverbrauch – Tageswerte 01.11.09 – 28.02.2010
- B9 Übersicht Beschneigungsanlage

BESCHNEIUNGSANLAGE MALBUN

BESCHNEIUNGSPROTOKOLL / WASSER- / ENERGIEBILANZ SCHNEISAISON 2009/10

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.

1.2 Auftrag

Die Bergbahnen Malbun AG hat uns als seinerzeitiger Mitprojektant der Beschneigungsanlage beauftragt, die gewünschten Daten zu sammeln und in der erforderlichen Form aufzubereiten.

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 2 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.

b) Schneeerzeuger:

Für die 10 im Einsatz stehenden Schneeerzeuger (7 Stk. Typ M18, 3 Stk. Typ M12) 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 errechnet.

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.

d) Pumpstation:

Von der Pumpstation werden u.a folgende Daten registriert:

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

Zusätzlich zur automatischen Datenregistrierung wird der Schneibetrieb händisch durch das Betriebspersonal rapportiert (Schneizeiten, zuständiges Schneipersonal, Beobachtungen, etc.).

Im Weiteren standen folgende Daten zur Verfügung:

- Wasserbezugsregistrierung WV Vaduz (Momentanwerte, Summenwerte)
- Temperaturdaten Wetterstation der Meteomedia AG (Jörg Kachelmann)
- Temperatur- und Schneedaten der IMIS-Stationen MLB-1 / MLB-2
- Niederschlagsbulletin 2009/10 der MeteoSchweiz
- Schnee- und Temperaturmessungen (Morgentemperaturen, Neuschneehöhen, Schneehöhen, Schneetemperaturen) des SLF Davos (Messungen Thomas Eberle)

3 Datenauswertung

Wir haben die in Kap. 2 erwähnten Daten statistisch ausgewertet und in den Beilagen B1 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 08/09:

	Projektannahmen	Schneisaison 08/09	Schneisaison 09/10
Schneiperiode	15. Nov – 01. Mar ¹⁾	23. Nov – 28. Dez	01. Dez – 03. Jan
Beschneite Fläche	9.8 ha	15 ha	15 ha
Anzahl Schneitage	20 Tage	24 Tage	21 Tage
Schneizeit	120 Stunden	481 Stunden	346 Stunden
Mittlere Lufttemperatur ²⁾		- 6.2 °C	- 9.8 °C
Mittlere rel. Feuchte ²⁾	60%	83.9 %	86.1 %
Mittlere Feuchtkugeltemperatur ²⁾		- 6.9 °C	- 10.1 °C
Mittlere Temperatur Schneiwasser	1 °C	3.0 °C	2.2 °C
Wasserverbrauch pro Saison	17'000 m ³	30'352 m ³	³⁾ 35'728 m ³
Max. Wasserverbrauch pro Tag	1'800 m ³	3'145 m ³	3'340 m ³
Max. Wasserverbrauch pro Stunde		42 l/s	44.7 l/s
Stromverbrauch PW+Kanonen+Kühlturm	90'000 kWh	167'692 kWh	167'334 kWh
Pumpwerk		111'882	112'234
Kanonen		52'310	52'100
Kühlturm		3'500	3'000

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

²⁾ Die Temperaturen sind während des Anlagebetriebes gemessen

³⁾ Die Schneiwassermenge beträgt 34'841 m³; für die Präparation des Steilhanges etc. wurden 887 m³ benötigt > Total: 35'728 m³

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 35'728 m³ rund 18% über dem Vorjahreswert. Die Temperaturbedingungen an den massgebenden Schneitagen (11.12.2009 – 21.12.2009) waren optimal, wenn auch die mittlere Luftfeuchtigkeit mit 86.1% relativ hoch war. Die mittlere Schneiwassertemperatur lag mit 2.2 °C unter dem Vorjahreswert. In Anbetracht der tiefen Lufttemperaturen ist sie aber trotzdem als relativ hoch einzustufen. Grund dafür dürften die hohen Fördermengen (> 40 l/s) in der massgebenden Schneizeit sein.

Trotz des um ca. 5'000 m³ grösseren Wasserverbrauchs resp. der um 12'000-15'000 m³ grösseren Schneeproduktion liegt der Gesamtstromverbrauch in der Grössenordnung des Vorjahres. Die Schneizeit ist mit 21 Tagen resp. 346 Stunden tiefer als im Vorjahr. Die theoretische Ge-

samtschneeproduktion beträgt rund 80'000 m³, woraus eine theoretische mittlere Schneihöhe von 53 cm resultiert.

Die Überschreitung der Projektannahmen kann wie folgt begründet werden:

a) Meteorologie (vgl. hierzu B4/B5):

Monatsdurchschnittstemperaturen	Periode 03-09	SS 08/09	SS 09/10
November	0.6	-0.8 °C	1.6 °C
Dezember	-2.3	-3.8 °C	-5.6 °C
Januar	-2.8	-4.8 °C	-6.5 °C
Februar	-3.6	-6.4 °C	-5.9 °C

Die Temperaturen im Monat November lagen im Monatsmittel 1°C über dem Mehrjahresdurchschnitt. Vor allem in der zweiten Novemberhälfte waren Tagesmittelwerte durchwegs über dem Gefrierpunkt (bis 10°C) zu verzeichnen.

Im Dezember fielen die Temperaturen ab dem 11.12.09 deutlich unter den Gefrierpunkt, am 22.12 und 24.12 waren jedoch Föhnwindbrüche und am 29.12 – 31.12 milde Temperaturen mit Regen zu verzeichnen, die sich auf die Grundbeschneigung (01.12.09 – 21.12.09) und auf die natürliche Schneedecke negativ auswirkten.

Trotz der tiefen Temperaturen an den Schneitagen war die relative Feuchte mit 86.1% unverhältnismässig hoch. Dennoch konnte mit -10.1 °C eine gute mittlere Feuchtkugeltemperatur erreicht werden.

Die Niederschläge in der entsprechenden Periode lagen für den Monat November deutlich über dem Schnitt, für die Monate Dezember, Januar und Februar jedoch deutlich unter dem Schnitt (vgl. Beilage B6). Dies bedeutet, dass die grossen Niederschläge bei hohen Temperaturen im November fielen und im Dezember, wo dann die Temperaturen unter den Gefrierpunkt fielen, die Niederschläge ausblieben:

Niederschlag	Mittel Vorjahre	SS 08/09	SS 09/10
November	96 mm	100.6 mm	152.3 mm
Dezember	105 mm	103.1 mm	92.3 mm
Januar	101 mm	61.6 mm	51.3 mm
Februar	92 mm	142.7 mm	61.5 mm
Summe Nov – Feb.	394 mm	407.7 mm	357.4 mm

Diese ungünstige Überlagerung von Temperatur und Niederschlag hat dazu geführt, dass im Winter 09/10 eine kumulierte Neuschneebildung von nur 542 cm zu verzeichnen war. Dieser Wert liegt 181cm (25%) unter dem Mittelwert der Winter 97/98 – 08/09. Während der letzten

13 Jahre wurden nur 2 Winter, namentlich 01/02 und 06/07 mit tieferen Werten registriert (vgl. Beilage B7a).

Auch die absoluten Schneehöhen lagen mit einem Maximalwert von 76 cm am 21.12.2009 weit unter dem Erwartungswert, zumal sich diese Schneehöhe aufgrund des Föhnwindbruches am 22.12.2009 bis am 25.12.2009 auf nur mehr 5 cm reduzierte! In der Folge hat sich aufgrund bescheidener Niederschlagsmengen nochmal eine natürliche Schneehöhe bis am 04.02.2010 von 66 cm aufgebaut.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass entweder die Temperaturverhältnisse zu hoch waren oder eben die Niederschläge ausblieben, wodurch nur eine sehr dünnflächige natürliche Schneeabdeckung zu verzeichnen war. Immerhin waren aber die Temperaturen in der ersten Dezemberhälfte für die künstliche Beschneigung optimal. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Schneedecke war man auf eine komfortable, künstliche Beschneigung angewiesen. Durch Rückrechnung aus dem registrierten Wasserbedarf kann auf eine künstliche mittlere Schneehöhe von 53 cm geschlossen werden.

b) Beschneite Fläche:

Die effektiv beschneiten Flächen betragen ca. 15 ha und liegen damit rund 5 ha (50%) über den seinerzeitigen Projektannahmen von 9.8 ha.

4 Schlussbemerkung

Die natürliche Schneebildung im Winter 09/10 war äusserst spärlich. Die kummulierte Neuschneebildung betrug nur 542 cm und lag damit 181 cm resp. 25% unter dem Durchschnitt der letzten 12 Jahre. Dementsprechend waren auch die gemessenen Schneehöhen mit max. 76 cm (21.12.2009) weit unter dem Erwartungswert. Zusätzlich waren am 22.12 und 24.12 Föhnneinbrüche und am 29.12 – 31.12 milde Temperaturen mit Regen zu verzeichnen, welche die Schneedecke bis auf 5 cm abschmelzen liessen. Ein Skifahren ohne künstliche Beschneigung wäre nicht möglich gewesen.

Zur Gewährleistung akzeptabler Schnee-/Pistenverhältnisse war aus besagten Gründen eine überdurchschnittliche künstliche Beschneigung erforderlich. Die Schneiwassermenge lag mit 35'728 m³ rund 18% über dem Vorjahreswert. Die rechnerische mittlere Schneehöhe betrug 53 cm. Der spezifische Wasserverbrauch für die Beschneigung ist mit 232 l/m² an der oberen Grenze.

Trotz grösserem Wasserverbrauch war beim Energieverbrauch keine Steigerung zu verzeichnen. Dies ist damit zu erklären, dass die Beschneigung im Winter 09/10 bei tieferen Temperaturen erfolgte als im Winter 08/09, wodurch eine ökonomischere Schneeproduktion möglich war. Der spezifische Energieverbrauch liegt mit 11'150 kWh/a*ha trotz des grossen Kunstschneebedarfes in einer Grössenordnung wie dies für Vergleichsanlagen nach ÖWAV-Regelblatt 210 zu erwarten ist (10'000 – 13'000 kWh/a*ha).

Was den Pistenzustand anbelangt, so waren die Verhältnisse dank der künstlichen Beschneigung einmal mehr beispielhaft und zwar während der gesamten Saison. Durch die Beschneigung konnte das Niederschlagsdefizit kompensiert und eine gute Schneedecke bereitgestellt werden. Dies nicht nur zur Freude der Skifahrer; aufgrund der guten Schneedecke im Winter konnten Weideschäden bestmöglich verhindert werden; damit konnten optimale Voraussetzungen für einen guten Alpsommer geschaffen werden.

Für die Folgejahre gilt es, den Anlagenbetrieb – wenn immer möglich – weiter zu optimieren. Mit der zunehmenden Anlagenkenntnis, Schneiefahrung und zumindest durchschnittlichen Wetterbedingungen wird es möglich sein, den Ressourcenverbrauch (Wasser / Strom) für die künstliche Beschneigung im Folgejahr wieder zu senken.

Triesen, im September 2010 / fb