

Kleine Investitionen die sich lohnen

Energie-effizienter Betrieb
von Kunsteisbahnen

Ein Projekt des Bundesamts für Energie BFE
in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft
Schweizerischer Kunsteisbahnen GSK



energieschweiz



Regenwasser mit mobilen Entwässerungspumpen rasch entfernen

Regenwasser auf dem Eis erhöht den Energiebedarf. Mit mobilen Pumpen kann das Regenwasser einfach und schnell abgesaugt werden. Eine Investition, die sich zurückzahlt.

Wo liegt das Problem?

- Banden bilden einen geschlossenen Abschluss und verhindern somit ein seitliches Abfließen von Regenwasser.
- Das Regenwasser beginnt sich schnell mit dem bestehenden Eis zu verbinden, besonders wenn die Anlagensteuerung die einfallende Wärme registriert und die Pistenfläche abgekühlt wird.
- 1 cm Regenwasser bedeuten bei einer Kunsteisbahn mit einer Normgrösse ca. 18'000 Liter Wasser auf der Eisfläche.
- Um 1 cm Wasser „einzueisen“ werden über 500 kWh an elektrischer Energie benötigt.
- Sind Regenschauer angesagt, sollte der Eismeister die Eistemperatur so hoch wie möglich einstellen, um möglichst wenig Wasser anzufrieren.
- Bei Regenfall muss die Anlage sofort in der Leistung reduziert werden. Die automatische Leistungsreduktion ist selten bei offenen Anlagen in der Steuerung integriert.

Grundregel

Lösungsansatz

- ■ ■ **Absaugen des Wassers** mit mindestens 2 mobilen Pumpen mit je einer Pumpenleistung von über 200 Lt/Min.
- Zusätzliche Massnahme zum Entfernen von Regenwasser: Abziehen des Wassers mit einem schweren Schlauch, welcher über die Eisfläche gezogen wird. Aufnehmen des Wassers durch erhöhten Einsatz des Eisreinigungsgerätes.
- Anbringen zusätzlicher Abflussöffnungen auf geeigneter Höhe entlang der Banden, damit das Wasser (Randregionen) abfließen kann. Zusätzliche Tore mit Sockelhubvorrichtungen einbauen.

Benötigte Mittel

- Standing für Pumpe/n.
- Pumpe mit Tiefsaugereinrichtung
- ausrüsten.
- Pumpen mit Rückflussverhinderer ausrüsten.

Vorgehen

- Pumpenstandorte, Leistungen und Schlauchlängen mit erfahrener Sanitär-Installateur analysieren.
- Ungehinderten Wasserablauf unbedingt berücksichtigen.
- Offerte ausarbeiten lassen.

Investitionen

- Richtpreise für Pumpe ca. CHF 2'000.-.
- Schläuche je nach Länge, Preise ca. CHF 300.-.
- Total Investition ca. CHF 5'000.-.

Energiekosteneinsparung

(Annahme: Energiepreis 15 Rp./kWh)
Bei einer Niederschlagsmenge von 3 cm kann eine Stromeinsparung von ca. CHF 225.- ausgewiesen werden.

Rückzahlfrist dieser Investition

Gemäss den Niederschlagsmengen von Zürich SMA (der letzten 10 Jahre) kann diese Investition in weniger als 10 Jahren amortisiert werden.

Bemerkungen

Einsatzmöglichkeit geeigneter mobiler Pumpen (Typ/Anzahl/Leistungen) bei der örtlichen Feuerwehr abklären. Bei der Beurteilung der Investition gilt es zu berücksichtigen, dass das Abhebeln einer 1 cm starken Eisschicht sehr arbeits- und zeitintensiv ist.

Der Kälte­träger bei indirekt gekühlten Anlagen kann sich mit der Zeit chemisch verändern und Anlageteile angreifen. Darum diesen regelmässig durch ein spezialisiertes Labor untersuchen lassen. Eine kleine Investition, die sich lohnt.

Wo liegt das Problem?

- Bei Anlagen mit indirekten Kühlsystemen (z. B. mit Wasser-Glykol, Kalziumchlorid) wird die Qualität des Kälte­trägers (Sole) meistens nur bei der Erstellung kontrolliert.
- Der Korrosionsschutz in der Sole kann aber aus verschiedenen Gründen abnehmen und dadurch die Anlage (Pumpen, etc.) beschädigen, es kann folglich Korrosion entstehen.
- Undichtheiten im Tauscher (Sole-Ammoniak) können zu einem Ammoniak­eintritt bei der Sole führen, was je nach Konzentration zu einer Beschädigung der Anlage führen kann.
- Korrosionsablagerungen oder defekte Pumpen führen zu einem erhöhten Strombedarf.
- Schon beim Einfüllen der Sole gilt: **sorgfältig und geduldig** einfüllen. Nach jeder Systemöffnung und auch bei jeder Wiederinbetriebnahme nach einer längeren Stillstandzeit ist eine sorgfältige Entlüftung nötig.

Grundregel

Lösungsansatz

- ■ ■ Minimum alle zwei Jahre eine Probe der Kälte­träger­flüssigkeit zur Qualitätsüberprüfung entnehmen und dem Hersteller oder einem geeigneten Labor zur Untersuchung und Auswertung zustellen (nur von ausgewiesenem Spezialisten kontrollieren lassen).

Benötigte Mittel

- Entnahmemöglichkeit nach der Pumpe.
- Entnahmebehälter, z.B. saubere PET-Flaschen.

Vorgehen

- Umwälzpumpe min. 6 Stunden betreiben, wenn das Feld im warmen Zustand ist (wenn möglich im Frühherbst).
- Die ca. ersten 5 Liter in einen Eimer entnehmen.
- Proben in zwei Entnahmebehälter entnehmen.
- Den Entnahmebehälter an Labor senden.
- Erhaltene Daten und Interpretationshilfen in einem Protokoll auf­führen.
- Allfällige Massnahmen einleiten und umsetzen.

Investitionen

- Zeitaufwand etwa 1/2 Tag.
- Kostenpunkt je nach ausführender Fachperson (erfahrener Installateur oder Eismeister) ca. CHF 1'500.- pro Entnahme.

Bemerkungen

Die erste Probe muss etwa 2 Wochen nach der Einfüllung abgenommen werden. Regelmässige Labor­kontrollen können dem Betreiber bei Maschinendefekten (sog. Anlagenbruch) die Verhandlungen mit Versicherungen erleichtern.

Kleine
Investition
Nr. 3

Tauscher der Rückkühleinheiten periodisch reinigen

Wärmetauscher verschmutzen. Ihr Wirkungsgrad sinkt und der Energieverbrauch steigt. Mit geeigneten Geräten kann der Wärmetauscher einfach und schnell gereinigt werden. Eine Investition, die sich lohnt.

3.1 Wassergekühlte Einheiten Wo liegt das Problem?

Grundregel

Lösungsansatz

- Die Rückkühlung von Kälteanlagen kann mit Flusswasser, mit Grundwasser oder Seewasser erfolgen (direkte oder indirekte Kühlung).
- Vor und nach dem Tauscher sind Manometer einzubauen (Druckabfall). Wird der Durchsatz im Tauscher reduziert, steigt die Kondensationstemperatur und damit wird mehr elektrische Energie für die Kälteanlage benötigt. Ein Energiemehrbedarf bei einer Erhöhung der Kondensationstemperatur von 23 °C auf 28 °C bedeutet: + 15%.

- ■ ■ Max. zulässiger Druck mit dem Kältespezialisten im Protokoll festhalten.
- Druckprotokoll führen, bei max. Werten den Tauscher reinigen.
- Den Tauscher zu Beginn und am Ende der KEB-Saison reinigen.

Benötigte Mittel

- CIP-Reinigungsanlage (integrierte Anlage, Reinigung mit Chemie), wenn der Tauscher nicht geöffnet werden kann.
- Hochdruckreiniger (mit Heisswasser), wenn der Tauscher geöffnet werden kann.

Investitionen

- CIP-Anlage ca. CHF 25'000.-.
- Hochdruckreiniger ab ca. CHF 1'000.-.

Energiekosteneinsparung

(Annahme: Energiepreis 15 Rp./kWh)
Je nach Verschmutzungsgrad können bis zu 15% mehr Strom verbraucht werden. Für einen durchschnittlichen Monat mit einer hohen Verschmutzung können über CHF 500.- Mehrkosten an elektrischer Energie entstehen.

3.2 Luftgekühlte Einheiten Wo liegt das Problem?

Grundregel

Lösungsansatz

- Die Rückkühlung von Kälteanlagen kann auch mit luftgekühlten Einheiten erfolgen. Diese Anlagen besitzen einen erhöhten Reinigungsbedarf.
- Jede luftgekühlte Einheit verschmutzt durch die Verunreinigungen in der Luft (wie Staub, Laub, etc.) und bei Evapos sind Ablagerungen von der Qualität des verwendeten Rohwassers (je nach Wasseraufbereitung) unausweichlich. Wird der Durchsatz im Tauscher reduziert steigt die Kondensationstemperatur und damit steigt der elektrische Energiebedarf der Kälteanlage.

- ■ ■ Wöchentliche visuelle Kontrollen der Rückkühleinheiten (Verschmutzungen von Lamellen, Ablagerungen an der Oberfläche, etc.) gemäss Angaben des Herstellers reinigen.

- Die Rückkühleinheiten zu Beginn und am Ende der KEB-Saison reinigen.

Benötigte Mittel

- Industriesauger für Lamellen (Kühltürme).
- Hochdruckreiniger (mit Heisswasser), bei Evapos.

Investitionen

- Hochdruckreiniger ab ca. CHF 1'000.-.
- Industriesauger ab ca. CHF 2'000.-.
- Die gesamten Investitionen betragen in der Regel CHF 3'000.- bis 4'000.-.

Energiekosteneinsparung

(Annahme: Energiepreis 15 Rp./kWh)
Je nach Verschmutzungsgrad können bis zu 15% mehr Strom verbraucht werden. Für einen durchschnittlichen Monat mit einer hohen Verschmutzung können über CHF 500.- Mehrkosten an elektrischer Energie entstehen.

Kleine
Investition
Nr. 4

Wassertemperatur für Eisreinigung tief halten

Zu warmes Wasser in der Eisreinigungsmaschine erhöht den Energieverbrauch. Mit einem thermischen Mischer kann die Wassertemperatur exakt eingestellt werden. Diese Investition zahlt sich immer aus.

Wo liegt das Problem?

- Die benötigte Warmwassertemperatur kann je nach Arbeitsgang verschieden sein.
- Jede Eisreinigungsmaschine besitzt ihre Charakteristik bzw. Mindestanforderungen an die Eisreinigungswassertemperatur.
- Boiler anderer Bezüger, wie z.B. Restaurant oder Garderoben, sollen aufgrund der Legionellen-Problematik zwischendurch auf über 60 °C erwärmt werden.

Grundregel

- Für jede Eisreinigung, bei der die Wassertemperatur um zirka 10 Kelvin verringert werden kann, können bei der Wassererzeugung und bei der Kälteanlage etwa 50 kWh an Energie eingespart werden.

Lösungsansatz

- Wassertemperatur immer möglichst tief halten, Grundeinstellung der Begrenzung bei max. 35 °C.

Benötigte Mittel

- Thermischer Mischer.

Vorgehen

- Offerte von einem erfahrenem Sanitär-Installateur ausarbeiten lassen.
- Einbau des thermischen Mixers.

Investitionen

- Thermischer Mischer mit Installation ca. CHF 1'500.-.

Energiekosteneinsparung

(Annahme: Energiepreis 15 Rp./kWh)
Wird die Eisfläche durchschnittlich 5 x pro Tag gereinigt, so können bei einer Wassertemperatur-Reduktion von 10 Kelvin 7'500 kWh an Energie eingespart werden. Dieser Wert entspricht über CHF 1'100.- pro Monat.

Bemerkungen

Das warme Wasser für die Eisreinigung darf erst kurz vor der Eisreinigung in die Eisreinigungsmaschine eingefüllt werden. Das Wasser in der Eisreinigungsmaschine verliert sehr schnell an Wärme (Energie).

Starke Sonneneinstrahlung erhöht den Energieverbrauch massiv. Mit einer Teilbeschattung kann – bei sonnenexponierten Anlagen – die direkte Sonneneinstrahlung stark verringert werden. Es empfiehlt sich, diese Investition zu diskutieren bez. individuell zu analysieren.

Wo liegt das Problem?

- Je nach geografischer Lage bildet die Sonneneinstrahlung zusammen mit dem Föhn die grösste Wärmequelle. Zusätzlich wird die Wärmebelastung entlang der sonnenexponierten Bande durch die Reflexion auf die Eisfläche massiv erhöht.

Grundregel

- Durch Verringerung der direkten Sonnenbestrahlung auf die Eisfläche kann der Energieverbrauch massiv gesenkt werden.
- Ein offenes Normfeld (Hockey) braucht je nach Jahreszeit, Witterung und Betrieb ca. 15 -30 MWh /Monat an elektrischer Energie, unter der Bedingung, dass der Eisfeldaufbau nach heutigem Stand der Technik ausgeführt worden ist.

Lösungsansatz

- ■ ■ Teilbeschattung von besonders stark exponierten Teilflächen, z.B. entlang der sonnenexponierten Bande.

Benötigte Anlage und Materialien

- Teilbeschattungsanlage.

Vorgehen

- Analysieren des Ist-Zustands.
- Evaluieren der geeigneten Lösung.
- Einleiten und umsetzen der entsprechenden Massnahmen.

Investitionen

- Die anfallenden Investitionen sind aufgrund der jeweiligen Ausführung sehr unterschiedlich.
- Eine Teilbeschattung der sonnenexponierten Bande ca. CHF 20'000.-.

Bemerkungen

- Kurzzeitiges Abdecken von Teilbereichen mit geeigneten Materialien (z.B. Betonabdeckmatten) hilft bei starker Sonneneinstrahlung, dass die Eisstruktur nicht ganz zerstört wird. Betonisoliermatten für die kurzzeitige Abdeckung einer Längsseite kosten ca. CHF 2'000.-.
- Beschattungsanlagen sind als Energiespareinheiten gedacht. Allfällige Betriebszeitverlängerungen durch die Erstellung von Beschattungsanlagen sind mit Vorsicht zu untersuchen. In jedem Fall muss die gesamte Einheit (u.a. Kunsteisbahn, Benutzer, Einnahmen und Energieverbrauch) als GANZES beurteilt werden.
- Weiter gilt es zu berücksichtigen, dass Beschattungsanlagen keinen Witterungsschutz darstellen und somit die Nutzungszeiten der Eisbahn nicht generell ausgedehnt werden können.

Geeignetes Werkzeug vereinfacht einen guten Eisaufbau. Zudem erleichtert es die anschliessende Eisflächenpflege. Eine Investition, die Energie spart und die Kundenzufriedenheit erhöht.

Wo liegt das Problem?

- Das Handwerk des Eismeisters widerspiegelt sich u.a. in der Qualität des Eises aber auch in der Menge der Energie, die dafür verbraucht wird.

Grundregel

- Lufteinschlüsse, Verschmutzungen und zu starke Eisschichten sind dauernde, unnötige Energiefresser. Bei stark besonnten Aussenanlagen gilt: Je weisser das Eis, desto weniger Energie wird zur Kühlung benötigt.

Lösungsansatz

- ■ ■ Sorgfältiger Aufbau des Grundeises und eine optimale Abstimmung der Eisflächenpflege auf die jeweiligen Rahmenbedingungen der Anlage.

- Kontrolle und einhalten der Eisschichtstärke.

Benötigte Anlagen und Unterlagen

- Vorrichtung und Material zum Weissen der Eisfläche.
- Mobile Messeinrichtung zur Bestimmung der Temperatur an der Eisoberfläche.
- Riefenegge, zum Aufrauen der Eisoberfläche.
- Journalvorlagen zur Erfassung der ausgeführten Arbeiten und der Eisstärke.
- Markierungspläne und auf die Anlage abgestimmte Materialien.

Vorgehen

- Aufnehmen und analysieren des Ist-Zustandes in Bezug auf Personal, Arbeitsabläufe und mögliche Schwachpunkte.
- Analyse der Qualität des für den Eisaufbau und die Eisflächenpflege verwendeten Rohwassers.
- Erstellen der Journalvorlagen und der Markierungspläne.

- Evaluieren und anschaffen der benötigten Geräte und Materialien.
- Protokollieren und auswerten der getroffenen Massnahmen und der ausgeführten Arbeiten.
- Allfällige Massnahmen und Verbesserungsvorschläge einleiten und umsetzen.

Investitionen

- Vorrichtung und Material zum Weissen der Eisfläche, ca. CHF 5'000.-.
- Temperaturmesseinrichtung, ca. CHF 500.-.
- Riefenegge, ca. CHF 5'000.-.

Die Gesamtinvestitionen für die Hilfsmittel für den Eismeister betragen in der Regel weniger als CHF 11'000.-. Eine Quantifizierung dieser Investition ist nicht möglich. Eine gute Eisqualität erhöht aber die Kundenzufriedenheit und letztlich steigen damit die Besucherzahlen.

Aus- und Weiterbildung

Es empfiehlt sich, dem Eismeister regelmässig den Besuch von Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen zu ermöglichen. Zudem zeigt sich, dass ein reger Erfahrungsaustausch zwischen den Eismeistern diesem wertvolle Hinweise für den Betrieb der Anlage liefert.

Bemerkungen

Weitere Tipps sind der Broschüre "Eis Meisterlich! Besseres Eis mit weniger Energie" zu entnehmen. Spezielle Kurse und Weiterbildungsangebote werden durch die GSK, die IAKS oder nach Absprache auch von verschiedenen Fachfirmen angeboten.

Warmwasser mit Abwärme erzeugen

Die hochwertige Abwärme der Kältemaschine kann mit einem Enthitzer für die Wassererwärmung oder die Heizung genutzt werden. Erfahrungen zeigen, dass sich diese Investition innerhalb von 8 bis 10 Jahren zurückzahlt

Wo liegt das Problem?

- Je nach Kompressorentyp kann bei einer Kolbenanlage (über den Enthitzer) oder bei einer Schraube (über den Ölkühler) die hochwertige Abwärme mit einem hohen Temperaturniveau genutzt werden.

- Mehrheitlich werden auf Kunsteisbahnen Kolbenanlagen eingesetzt, weshalb in diesem Arbeitspapier nur vom Enthitzer gesprochen wird.

Grundregel

- 10 - 15% der Abwärme kann als hochwertige Energie von über 60 °C genutzt werden.

Lösungsansatz

- ■ ■ Im Ammoniakkreislauf muss der Enthitzer vom Kältespezialisten eingebaut werden.
- Auf der Sekundärseite muss die Wärme einem Heizungsspeicher oder einem Warmwasserspeicher abgegeben werden.

Benötigte Mittel

- Enthitzer im NH₃-System.
- BWW-Speicher und Ladepumpe im Wasserkreislauf.
- Steuerung der BWW-Ladepumpe.

Vorgehen

- Energiekosten (für die Warmwassererzeugung) berechnen.
- Warmwassermengen pro Saison und pro Tag ermitteln (für Duschen, Restaurant, Eisaufbau und Eisflächenpflege, etc.).
- Raumangebot neben dem best. Boiler (für den neuen, vorgeschalteten Boiler) untersuchen.
- Mit Planer oder Kältespezialisten den Enthitzereinbau analysieren.
- Offerten einholen.
- Umbau im Sommer.

Investitionen

- Enthitzer, je nach Ammoniakanlage, ab ca. CHF 15'000.-.
- Neuer Boiler, Umwälzpumpe, Steuerung ab ca. CHF 22'000.-.
- Gesamte Investitionen betragen in der Regel weniger als CHF 40'000.-.

Bemerkungen

Die Rückzahlung der Investition ist von den Betriebszeiten, den Energiekosten und dem Warmwasserverbrauch abhängig und muss individuell analysiert werden.

Als Erfahrungswert kann eine Rückzahlung von ca. 8 - 12 Jahren ausgewiesen werden.



EnergieSchweiz hat sich zum Ziel gesetzt, den Verbrauch von fossilen Energien bzw. den CO₂-Ausstoss bis 2010 um zehn Prozent gegenüber 1990 zu senken. Zudem darf der Elektrizitätsverbrauch um höchstens fünf Prozent wachsen. Diese Ziele sollen mit freiwilligen Massnahmen, einer engen Zusammenarbeit aller Akteure und Innovationen erreicht werden.

In Sportanlagen schlummert ein beträchtliches Potenzial für mehr Energie-Effizienz. Die Broschüre „Kleine Investitionen die sich lohnen“, zeigt Ihnen – als Entscheidungsträger – auf, wo Sie mit wenig Geld Kosten- und Energieeinsparungen erzielen können. Prüfen Sie die sechs erfolgsversprechenden Massnahmen und besprechen Sie diese mit Ihren Fachleuten. Sicher ist die eine oder andere Investition auch bei Ihnen sinnvoll. Mit der Realisierung entlasten Sie Ihr Betriebsbudget und tragen aktiv dazu bei, dass EnergieSchweiz seinen Zielen ein Stück näher kommt.

Weitere Exemplare dieser Sonderbeilage können bestellt werden unter:
Gesellschaft der Schweizerischen Kunsteisbahnen GSK
Ringstrasse 15
CH-8162 Steinmaur
Telefon: 01 853 34 00
Fax: 01 853 34 41

Fachlicher Inhalt:
L. Bertozzi, Ing.-Büro
für Energie- und
Betriebstechnik
7007 Chur,
D. Wegmüller, Ing.-
und Planungsbüro
7250 Klosters
Gestaltung:
H. Zehnder, Z-Factory
8162 Steinmaur



energieschweiz