

Zeitschrift: Energieia : Newsletter des Bundesamtes für Energie
Herausgeber: Bundesamt für Energie
Band: - (2010)
Heft: 2

Artikel: Luft, Wasser und viel Energie
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-639016>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Luft, Wasser und viel Energie

INTERNET

Seilbahnen Schweiz SBS:
www.seilbahnen.org

Prozessoptimierung Industrie und
 Dienstleistungen im BFE:
www.bfe.admin.ch/prozess-optimierung

Thema Beschneigung im Bundesamt für
 Umwelt BAFU:
www.bafu.admin.ch/sport_tourismus

Auch in der Schweiz wird das Klima wärmer. Eine Folge davon ist, dass es in tieferen Lagen immer weniger Schnee gibt. Die wirtschaftlichen Konsequenzen für die Winterdestinationen können gravierend sein, denn ohne Schnee kommen weniger Gäste. Mit Investitionen in Millionenhöhe rüsten die Skierorte mit Beschneigungssystemen auf, um Schneesicherheit zu garantieren. Das braucht viel Energie und Wasser. Eine Studie des Bundesamts für Energie (BFE) zeigt nun verschiedene Ansatzpunkte auf, wie diese Kostenfaktoren optimiert werden können.

«Pulver gut – alle Talabfahrten offen.» Diese Meldung im Schnee- und Pistenbericht lässt das Herz vieler Wintersportbegeisterten höher schlagen. Die Schneegrenze aber steigt in den letzten Jahren kontinuierlich, Pisten in vermeintlich schneesicheren Skigebieten sind in warmen Wintern plötzlich aper. Da kommt die technische Pistenbeschneigung gerade recht: Heute wird grossflächig künstlich Schnee produziert, um die Wintersportlerinnen und Wintersportler bei Laune zu halten.

Für die Befürworter dieser Praxis ist Kunstschnee nicht mehr als Wasser und Luft. Umweltschutzkreise hingegen kritisieren den hohen Energie- und Wasserverbrauch der technischen Schneeproduktion. Sie befürchten auch, dass durch das langsame Abschmelzen des Kunstschnees die Pflanzenwelt der Alpen beeinträchtigt wird. In Vegetationsstudien konnten durch Kunstschnee verursachte Veränderungen nachgewiesen werden. Die Installation von Schneekanonen und Leitungen sowie der Bau von Speicherseen stellen zusätzlich einen erheblichen Eingriff in die Natur und eine grosse Belastung für den alpinen Raum dar.

Trend aus den USA

Die USA waren die Ersten, die in den 1950er Jahren mit der technischen Beschneigung begannen. Die Welle schwappte 20 Jahre später auf Europa über und 1978 wurde in Savognin in der Schweiz die erste grosse Beschneigungsanlage Europas errichtet. Die weitere Entwicklung verlief rasant, laufend wurden neue Skigebiete mit Anlagen ausgerüstet. Dies mit gutem Grund: Von den heute 85 Prozent schneesicheren Skigebieten werden es 2050 lediglich noch 63 Prozent sein, steigen die Temperaturen weiterhin

an. Das belegt die Studie, die das Bundesamt für Energie (BFE) in Zusammenarbeit mit dem Verband Seilbahnen Schweiz (SBS) in Auftrag gegeben hat. Viele Seilbahnunternehmen wollen deshalb unabhängiger sein von den meteorologischen Bedingungen und investieren viel Geld in die technische Beschneigung. Mit künstlich erzeugtem Schnee lässt sich die Wintersaison erheblich verlängern. Damit können die touristische Auslastung und die Einkommen der Seilbahnen gesichert werden. Beschneigungsanlagen haben deshalb in den letzten Jahren für die alpine Wirtschaft grosse Bedeutung erlangt. Die vom Verband Seilbahnen Schweiz veröffentlichten Zahlen und Fakten zeigen: Innerhalb von knapp 20 Jahren stieg der Anteil der beschneiten Pisten am Total der präparierten Pistenfläche in der Schweiz von gut einem auf über 33 Prozent. Rund 150 Skigebiete werden heute technisch beschneit.

Man nehme...

Das Rezept für technischen Schnee ist einfach. Man nehme Wasser, Strom, Druckluft sowie kalte Temperaturen und fertig ist das Weiss. Für die Produktion existieren hauptsächlich zwei verschiedene Technologien: die Niederdruck-Düsen-technik und die Lanzentechnik mit Hochdruck.

Beim Niederdrucksystem, auch Propellersystem genannt, bläst ein Ventilator Umgebungsluft durch ein grosses Rohr. Am Austritt des Rohres wird durch mehrere feine Düsen Wasser und in geringen Mengen auch Druckluft in den Luftstrom gesprüht. Der Energieverbrauch von Propellersystemen ist bei allen Temperaturen gleich hoch. Bei idealen Bedingungen kann eine solche Maschine etwa 100 Kubikmeter Schnee pro Stunde produzieren.

In der Düse des Hochdrucksystems wird Druckluft mit Wasser vermischt. Diese Düse ist meist auf einer Lanze oder einem Masten angebracht. Die grössere Fallhöhe des versprühten Wassers und eine somit längere Flugzeit zur Ausbildung von Schnee reduzieren den Bedarf an Druckluft wesentlich. Lanzen werden speziell für die Flächenbeschneigung eingesetzt. Sie produzieren unter idealen Bedingungen 50 bis 70 Kubikmeter Schnee pro Stunde.

Die Energierechnung, bitte!

Egal wie der Schnee produziert wird, es braucht viel Wasser und Strom. Für die beschneite Fläche in der Schweiz (über 70 Quadratkilometer) wurden im Winter 2007/08 rund 18 Millionen Kubikmeter Wasser verschneit. Das entspricht pro Quadratkilometer Piste 255 000 Kubikmeter Wasser. Die Studie schätzt den Bedarf an benötigter elektrischer Energie auf 60 Gigawattstunden.

«AUS ERFAHRUNGEN VON ANDEREN BETRIEBSOPTIMIERUNGSPROJEKTEN KANN MAN VON EINEM ENERGIEEFFIZIENZPOTENZIAL VON 10 BIS 15 PROZENT AUSGEHEN.»

den. Das entspricht rund 0,1 Prozent des Schweizer Stromverbrauchs.

Das Wasser wird oft künstlichen Speicherseen entnommen. Über das Jahr füllen sich diese kontinuierlich. Liegt der See weit oben, benötigt die Anlage nur wenig Energie für die Wasserpumpen. Manche Seen hingegen werden auch mit Wasser aus tieferen Regionen aufgefüllt. Ein künstlich angelegter See bedeutet also nicht unbedingt, dass keine Energie für die Pumpen benötigt wird. Mehr Energie braucht es ferner beim Gefrierprozess: Der Ventilator sowie die Herstellung der benötigten Druckluft verbrauchen ebenfalls Strom.

Der Strom- und Wasserverbrauch der Schneesportgebiete variiert stark. Die Effizienz bei der Herstellung von technischem Schnee hängt ab von der Technologie, dem Alter und der Kapazität der Beschneiungsanlage. Auch das Gelände und vor allem die Temperaturen spielen eine grosse Rolle. Trotz dieser Unterschiede wird gemeinhin damit gerechnet, dass bei Beschneiungssystemen ein grosses Energie- und Wassereinsparpotenzial vorhanden ist. «Aus Erfahrungen von anderen Betriebsoptimierungsprojekten kann man von einem Potenzial von 10 bis 15 Prozent ausgehen», so die Studie des BFE und SBS.

Beschneien will gelernt sein

Doch wie nutzen die Betreiber dieses Einsparpotenzial? Die Studie zeigt verschiedene Ansatzpunkte auf. Sei es durch bessere Wartung der Düsen mit verfeinerten Einstellungen der Sensoren, durch eine engere Überwachung der Anlage, durch genauere Berücksichtigung der klimatischen Bedingungen oder durch die Be-

seitigung von Lecks – viele Massnahmen können ohne zusätzliche Mittel realisiert werden. Andere Massnahmen dagegen sind mit Investitionsfolgen verbunden. Ein Umrüsten von alten auf moderne Systeme ist dabei jeweils die beste Möglichkeit, die Effizienz der Anlage zu verbessern. In den vergangenen zwei Jahrzehnten konnte zum Beispiel der Druckluftverbrauch pro Lanze durch technischen Fortschritt um den Faktor zehn reduziert werden. Diese Massnahme ist mit hohen Kosten verbunden und wird deshalb kaum umgesetzt. Finanziell weniger stark ins Gewicht fällt dagegen die Optimierung der Steuerung oder das Ebenen der Unterlage.

Sehr umstritten ist die Möglichkeit, mit Schneezusätzen zu arbeiten. Dabei wird dem Wasser ein Hilfsstoff, der als Kristallisationskeim arbeitet, zugegeben. Die Effizienz der Anlage kann mit dieser Massnahme um bis zu 30 Prozent erhöht

werden. Hingegen sind die Auswirkungen der Zusätze auf die Pflanzen nicht vollständig geklärt.

Neben den technischen Massnahmen sind die Aus- und Weiterbildung und der Erfahrungsaustausch der Seilbahnfachleute die wichtigsten Massnahmen, um ein energetische Verbesserungen zu erreichen. Vergangenen Herbst konnten sich Schneemeister und technische Leiter von Beschneiungsanlagen in der Schweiz erstmals weiterbilden. In einem Seminar der Verbände Seilbahnen Schweiz (SBS) und Vereinigung Technisches Kader Schweizer Seilbahnen (VTK) erarbeiteten die Teilnehmenden eine Checkliste zur Optimierung der technischen Beschneigung und erhielten vertiefte Informationen zur Einsparung elektrischer Energie.

Massnahmen lohnen sich

550 000 Kilowattstunden elektrische Energie pro Saison sind nötig, um ein grosses Skigebiet einzuschneien. 220 Haushalte verbrauchen im Winter etwa gleich viel Strom. Verglichen mit anderen Winterattraktionen hält sich der Energieverbrauch demnach in Grenzen. Zum Vergleich: Eine Kunsteisbahn im Mittelland verbraucht in derselben Zeit 800 000 Kilowattstunden, ein Hallenbad in den Bergen sogar 820 000 Kilowattstunden Strom.

Bedingt durch die geringen Betriebsstunden von Beschneiungsanlagen zahlen sich Investitionen in reine Energieoptimierungsmassnahmen oft nicht aus. Dagegen lassen sich Effizienzsteigerungen durch Betriebsoptimierungen dennoch sehen. Allein durch das Ausschöpfen dieses Effizienzpotenzials sparen Betreiber zwischen 0,8 und 1,6 Millionen Franken pro Jahr.

Künstlicher Schnee kostet

Rund 500 Millionen Franken wurden bis 2003 in Beschneiungsanlagen in der Schweiz aufgewendet. Im Jahr 2006/2007 flossen gegen 50 Millionen Franken in Neubauten und Erneuerungen von Beschneiungsanlagen, das entspricht 23 Prozent der gesamten Investitionen der Bergbahnbetriebe. Pro Kilometer Beschneiungsanlage fallen 700 000 bis eine Million Franken an.

Die Betriebskosten wurden bisher nur grob geschätzt. Die Schätzungen reichen von 20 000 bis 100 000 Franken pro Jahr und Kilometer beschneite Piste, Tendenz steigend. Die jährlichen Aufwendungen unterscheiden sich je nach Anlagentyp, Wasserverfügbarkeit und Lage erheblich.

Das Umrüsten einer alten Lanze auf ein effizientes System kostet den Betreiber etwa 2000 Franken. Durch die Energieeinsparungen können in den folgenden Jahren rund 340 Franken gespart werden. In vier bis sechs Jahren ist die Anschaffung amortisiert.

Die Studie

Das Bundesamt für Energie (BFE) hat in Zusammenarbeit mit dem Verband Seilbahnen Schweiz (SBS) die Studie «Energetische Bedeutung der technischen Pistenbeschneigung und Potenziale für Energieoptimierungen» in Auftrag gegeben.

Die Studie nimmt die technische Beschneigung im Allgemeinen und die konkrete Situation in der Schweiz unter die Lupe. Sie zeigt ferner Massnahmen auf, mit welchen die bestehenden Beschneiungssysteme energieeffizienter ausgestaltet werden können. Ebenso stellt die Studie Empfehlungen für die Beschaffung neuer System aber auch für die Aus- und Weiterbildung zusammen.

Der Schlussbericht kann unter www.bfe.admin.ch als elektronische Publikation bezogen werden.