

Endfassung einer Beschneigungs-Fibel für die Planung, Erweiterung oder den Umbau einer Schneeanlage

Einleitung

Diese Beschneigungs-fibel soll Hilfestellung bei Grundsatz- und Systementscheidungen liefern, sowie Anregungen bezüglich Leistungssteigerungen und Energieeinsparungen für bereits bestehende Anlagen geben. Sie kann und will nicht die Arbeit eines Planers oder Projektanten ersetzen.

Anzuwendende Gesetzesregelungen:

- *Bundesgesetze*: Wasserrecht, Gewerbeordnung, Forstgesetz,
Eisenbahngesetz;
- *Landesgesetze*: Naturschutzgesetz, Raumordnungsgesetz, etc.;
- *Privatrecht*: Grundbesitzer-Dienstbarkeiten,
Zustimmungserklärungen;

Anleitungen zur Abwicklung bzw. zu den notwendigen Verfahrensschritten sind aus dem ÖWAV-Regelblatt für Beschneigung Nr. 210 aus 1995 zu entnehmen.

Die Entwicklung von Beschneigungsanlagen in Europa

Die Entwicklung der maschinellen Beschneigung hat in den USA seinen Anfang genommen, wo bereits in den 50er Jahren, speziell in den Ressorts an der Ostküste, begonnen wurde, maschinell Schnee zu erzeugen. Um 1970 wurde dann in Savognin in der Schweiz eine der ersten Beschneigungsanlagen Europas errichtet. In Österreich fand man die Vorreiter in diesem Bereich in Lech am Arlberg und in Obertauern. Wie es dem Stand der damaligen Technik entsprach, handelte es sich um sogenannte Hochdruckanlagen, welche ein

hoher Druckluft- und Energieverbrauch kennzeichnete. Dies spielte in den USA, bei dem damals geringen Preis für Energie, keine Rolle. In Europa versuchte man mit der Entwicklung der sogenannten Propellerkanonen, und auch sparsamer Druckluftgeräte, energiesparende Varianten auf den Markt zu bringen. Die Firma Linde entwickelte in den 70er Jahren ein solches Gerät mit vielen kleinen Düsen. Durch die besonders gute Zerstäubung konnte man im Grenztemperaturbereich Vorteile erzielen. Ebenfalls in diese Periode fiel die Entwicklung des österreichischen Arlberg Jet, eines i. a. bodennah auf Schlitten eingesetztes Druckluftgerätes, welches den Energiebedarf amerikanischer Druckluftkanonen halbiert. Ab den 80er Jahren produzierte man in Österreich und Frankreich vollautomatische Beschneigungsanlagen auf Druckluftbasis. Nachdem der Bedarf nach automatischen Anlagen gestiegen war, erzeugten auch die Hersteller der Propellermaschinen ab etwa 1990 vollautomatische Geräte bzw. Anlagen. Derzeit sind zahlreiche Produkte, manuell wie auch vollautomatisch, auf dem Markt.

Voraussetzungen zur Erzeugung von Schnee

Die wichtigsten Voraussetzungen sind eine entsprechend niedrige Lufttemperatur und -feuchtigkeit. Je trockener die Luft, umso besser sind die Bedingungen. Bei der künstlichen Beschneigung wird der Begriff „Feuchtkugeltemperatur“ verwendet. Es handelt sich dabei um Werte, welche die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit berücksichtigen und in Beziehung setzen (z. B. können -3°C bei feuchter Luft schlechtere Voraussetzungen bedeuten, die gleiche Temperatur bei extrem trockener Luft bietet deutlich bessere Beschneigungsbedingungen). Großanlagen befeuchten bei Betrieb zahlreicher Beschneigungsgeräte ihre Umgebungsluft selbst. Vielfach wird übersehen, dass auch die Temperatur des verwendeten Wassers eine wesentliche Rolle spielt.

Um die Bedingungen zu verbessern, werden in Übersee, und jetzt auch in zunehmenden Maße in Europa (Ausnahme derzeit Österreich, Deutschland), Zusätze zum Wasser, zur rascheren Kristallbildung, verwendet. Es kann dadurch im Grenztemperaturbereich i. a. abhängig von der vorgegebenen Wasserqualität wesentlich mehr Schnee erzeugt werden. Im tieferen Temperaturbereich weist der erzeugte Schnee eine lockerere Qualität auf. Bei den genannten Zusätzen handelt es sich um aus abgetöteten Bakterien gewonnenes, auf Eiweißbasis aufgebautes Material, wie z. B. Snowmax. Dies baut sich im Boden ohne Schaden für die Vegetation, mit, wegen der geringen Aufwandmengen, vernachlässigbarer Düngewirkung, ab. In Österreich ist die Anwendung dieser Mittel bisher nicht genehmigt, wird aber angesichts warmer Winter vermehrt diskutiert. Versuche liefen bereits sehr erfolgreich. Allerdings sind die Kosten der Dosiereinrichtung und des Zusatzmittels in die Bilanz einzurechnen.

Wie oben erwähnt, ist es günstig, wenn das Wasser eine möglichst niedrige Temperatur aufweist. Durch die erforderlichen Pumpleistungen und Wirkungsgrade wird das Wasser um einige Grade, je nach verwendeter Regelungstechnik, erwärmt. Bei Entnahme aus Quellen bzw. Trinkwasserleitungen ist die Wassertemperatur oft zu hoch (+6 °C bis +8 °C). Es sollte deshalb versucht werden, die Wassereingangstemperatur in die Beschneiungsgeräte so weit als möglich zu senken. Die kostspieligste Methode in diesem Zusammenhang ist der Einsatz von Kühltürmen. Unterirdische Speicher haben sich aufgrund der Wärme des sie umgebenden Erdreiches nur in Verbindung mit diesen Türmen bewährt. Eine weitere Möglichkeit ist der Speichersee. Bei dieser Alternative soll die Oberfläche, die eine kostenlose Wasserkühlung liefert, so groß wie möglich gehalten werden. Durch Belüftung (Umwälzung) und durch Fontänen (Verdunstungskälte) kann diese Kühlung noch verstärkt werden kann.

Die unterschiedlichen Systeme

Druckluftsystem („Hochdrucksystem“)

Die Entwicklung des maschinellen Schneeerzeugens begann mit dem sogenannten Druckluft- bzw. Hochdrucksystem. Die Bezeichnung Hochdrucksystem ist technisch eigentlich nicht zutreffend, hat sich aber im Sprachgebrauch so eingebürgert. Bei diesem System kann bereits mit einem Wasserdruck ab 4 bar und Druckluft ab ca. 5 bar, beschränkt Schnee erzeugt werden. Viele Propellermaschinen, welche landläufig „Niederdruckanlagen“ genannt werden, benötigen demgegenüber einen wesentlich höheren Wasserdruck, um gute Leistungen zu erzielen. Dasselbe gilt auch bei den Druckluft-verbrauchsärmeren Lanzen.

Beim Druckluftsystem wird im Bereich der Düse Wasser mit entspannter, vorgekühlter Druckluft vermischt. Die ursprünglichen Druckluftsysteme arbeiteten nur bodennah. In letzter Zeit kommen diese Systeme immer mehr auf Lanzen oder Masten zum Einsatz. Die Lanzen machen sich die Fallhöhe des versprühten Wassers und damit die längere Flugzeit zur Ausbildung von Schnee zunutze. Haben die bodennahen Systeme einen relativ hohen Druckluftbedarf, was hohen Energieaufwand bedeutet, so kommen die genannten Systeme mit Lanzen oder Masten mit wesentlich weniger Druckluft aus. Der Vorteil der Windunempfindlichkeit geht dabei weitgehend verloren.

Voraussetzung für die Verwendung des Druckluftsystems ist die Installation von Wasserleitungen, Druckluftrohren und Kompressoren, sowie von Steuerkabeln bei Automatisierung.

Das Propellersystem („Niederdrucksystem“)

Bei diesem System erzeugt ein Gebläse in einem Rohr, zwischen $\frac{1}{2}$ bis 1 Meter Durchmesser, einen Luftstrom. Am Austritt des Luftstromes wird, entweder durch viele kleine Düsen (System Linde) oder durch mehrere mittelgroße Düsen, Wasser und in geringen Mengen auch Druckluft (Nukleatoren) in den Luftstrom gesprüht. Die Wurfweite der Geräte bestimmt die Stärke des Gebläses und die Ausformung des Gebläserohres. Die Druckluft für die Nukleatoren wird i. a. von einem kleinen Kompressor direkt am Gerät erzeugt. Für dieses System sind neben den Wasserleitungen auch Trafostationen zu errichten und relativ große Stromkabel zu verlegen, welche die erforderliche Leistung zu den gleichzeitig betriebenen Schneeerzeugern übertragen können. Die Übertragung der Daten für die Automatisierung kann durch Kabel erfolgen, wird aber heute in vielen Fällen per Funk durchgeführt. Auch diese Geräte werden bodennah (Versetzbarkeit) oder ortsfest auf Masten (größere Wurfweite, bessere Leistung im Grenztemperaturbereich) eingesetzt.

Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme

Die Entscheidung, welches System am geeignetsten ist, hängt von der Geländebeschaffenheit und den örtlichen Bedingungen ab. Auch die Größenordnung der Anlage spielt eine Rolle. Waren anfangs die Druckluftanlagen aufgrund ihres höheren Energiebedarfes in Österreich eher im Nachteil, so hat sich durch die Entwicklung der Lanzen dieser Nachteil ausgeglichen. Zu berücksichtigen sind auch die Vorteile des leichteren Handlings der von Hand versetzbaren, bodennahen Druckluftgeräte auf besonders steilen Hängen und die gegebene Windsituation zur Schneizeit.

Das Propellersystem ermöglicht es, mit einem relativ Energie-verbrauchsaarmen Schneeerzeuger bei geeigneten Temperaturen in kurzer Zeit relativ große Mengen an Schnee zu erzeugen (Verhältnis: eine große Propellermaschine

erzeugt etwa soviel Schnee wie drei bis vier Lanzen oder zwei handelsübliche Druckluftgeräte). Dies hat wiederum einen großen Bedarf an Pistenmaschinen-Verschiebearbeiten und eine längere Ausfrierzeit (Schneequalität!) zur Folge.

Bei der Planung der Strecke ist zu beachten, dass beim Hochdrucksystem die Schächte in kürzeren Abständen platziert werden müssen. Dies kann bei der Umrüstung von Propeller- auf Druckluftsysteme mit Lanzen oft ein Problem sein. Außerdem ist bei der Situierung der Schächte, speziell bei Lanzen, besondere Vorsicht geboten (Waldränder usw.). In diesem Falle ist, bei wechselnden Winden, der Anordnung in der Mitte der Abfahrt der Vorzug zu geben, was ein Hindernis für den Schifahrer darstellt.

In Bezug auf Windempfindlichkeit sind die bodennahen Druckluftsysteme am besten geeignet. Auch einige Typen der Propellermaschinen reagieren auf Gegenwind relativ unempfindlich. Die feindüsigen Propellermaschinen neigen bei Gegenwind besonders zur Vereisung. Die Propellervereisung (Unwucht, „Singen“) ist bei Selbstansaugen von Schnee problematisch, was die Aufsicht der Geräte erforderlich macht.

Bei Druckluftlanzen ist größere Vorsicht geboten. So kann bei falscher Windrichtung der Schnee an nicht gewünschten Stellen, wie im Wald oder abseits der Piste, zu liegen kommen. Die Investitionskosten reiner Propeller- oder Druckluftanlagen liegen etwa gleich hoch. Hybride Anlagen (Propeller-, bodennahe Druckluftgeräte und gegebenenfalls Lanzen gemischt) sind bei der Investition etwas teurer, aber betrieblich sehr variabel. Der Energieverbrauch ist allgemein stark von den Temperaturen der Umgebungsluft und des Schneiwassers abhängig.

Handling

Durch das geringe Gewicht haben die von Hand oder mit Motorschlitten versetzbaren Hochdruckgeräte deutliche Vorteile beim Handling. Dies ist auf steilen Pistenabschnitten und aperen Flächen besonders vorteilhaft.

Bei den Propellermaschinen ist das Versetzen mit Pistengeräten und geeigneten Andockmöglichkeiten zwar eine wesentliche Erleichterung, aber dennoch relativ mühsam. Die großen Mengen örtlich erzeugten Schnees bei Propellermaschinen verursachen für die Verteilung und das Verschieben mit Pistenmaschinen einen größeren Einsatz. Bei Vornahme dieser Arbeiten zu einem zu frühen Zeitpunkt kann die Schneequalität wesentlich darunter leiden. So können sich Knollen oder Eisplatten bilden. Freies Wasser verschwindet dadurch ungenutzt und oft unbemerkt im Boden. Zweckmäßig wäre es, die erzeugten Schneehaufen mindestens ein bis zwei Tage durchfrieren zu lassen. Dies ist aber in vielen Fällen nicht möglich, da der Schibetrieb dadurch wesentlich beeinträchtigt würde.

Im bewohnten Gebiet sind Druckluftanlagen wegen des höheren Geräuschniveaus problematisch. Auf der anderen Seite bringen sehr leise Propellermaschinen weniger Schneileistung. Lanzen sind geräuscharm und deshalb in Tallagen leichter mit den Interessen der Anrainer zu verbinden.

Alle Beschneigungsgeräte können mehr oder weniger automatisiert werden und sind dann personalschonender. Die einfachste Methode ist die temperatur- bzw. feuchtkugelabhängige Ein- und Ausschaltung. Besser ist die automatische Mengenregelung der Wasser- und Luftzufuhr. Die gänzliche Einsparung von Personal während der Schneizeit ist nicht empfehlenswert, da auf Wind und andere Einflussfaktoren reagiert werden muss.