



DAV Lehrteam für Natur- und Umweltschutz

Lehreinheit Beschneiungsanlagen

von
S. Witty

im November 1992

Bibliothek
des
Deutschen Alpenvereins

2006 654

Übersicht

- Einleitung
- 1. Entstehung von natürlichem Schnee
- 2. Entstehung von künstlich erzeugtem Schnee
 - 2.1 mit Hochdruckanlagen
 - 2.2 Niederdruckanlagen
 - 2.3 Wasserzusätze
 - 2.4 Aufbau von Kunstschnee
- 3. Auswirkungen von Beschneiungsanlagen
 - 3.1 Anlagenbau von Schneekanonen
 - 3.2 Pistenanlage
 - 3.3 Wasserhaushalt
 - 3.4 Boden
 - 3.5 Vegetation
 - 3.6 Erosion
 - 3.7 Lärm von Beschneiungsanlagen
 - 3.8 Energieverbrauch
 - 3.9 Ökonomie
 - 3.10 Politik
- 4. Zusammenfassung
 - 4.1 Ökologie
 - 4.2 Ethik
 - 4.3 Position des DAV
- 5. Fachbegriffe
- 6. Medien (Folien)
- Abbildungen
- Literaturverzeichnis

Einleitung

Skifahren im Sommer, baden im Winter. Fun auf ganzer Linie.

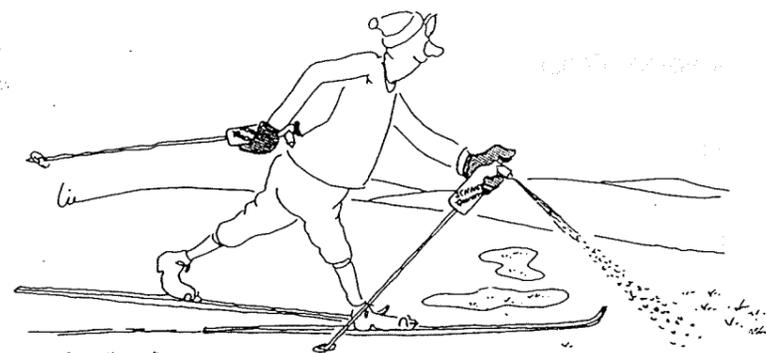
Beschneigungsanlagen sind in den vergangenen Jahren mehr und mehr in das Schußfeld der Kritik geraten. Von Energieverbrauch, einem weiteren Anziehungspunkt touristischer Massen, dem lieben Herrgott ins Handwerk gepusht ist zu hören und zu lesen. Die Kritik reicht von Beeinträchtigungen der Vegetation bis hin zu ethischen Fragen.

Doch Hand auf Herz. Sind Beschneigungsanlagen wirklich so schlimm? Helfen nicht gerade sie Schäden an der Vegetation zu verhindern? Sichern Beschneigungsanlagen nicht auch Arbeitsplätze? Nun gut sie sind touristische Einrichtungen und verbrauchen Energie. Aber bitte, wo gibt es da einen Unterschied zu Hallenbädern, Kunsteisbahnen und...? Beschneigungsanlagen sind halt in das übliche grüne Sperrfeuer der Presse geraten. - Nichts als Wichtigmacherei!

Die Lehreinheit "Beschneigungsanlagen" will versuchen etwas Licht in das Dunkel dieser Fragen zu bringen. Sie will Informationen zu Kunstschnee geben, aber auch helfen sich ein kritisches Bild über Schneekanonen machen zu können.

Bevor es vor Ihrem geistigen Auge zu schneien beginnt, noch eine Bitte: Helfen Sie mit diese Lehreinheit zu verbessern. Für jeden konstruktive Verbesserungsvorschlag (oder Ergänzungen, wie z.B. Unterrichtsmöglichkeiten auf der Piste) verschenkt das Referat für Natur und Umweltschutz des DAV einen Alpinlehrplan 12, Pflanzen- und Tierwelt/Lebensräume - Naturschutz!

Viel Spaß bei Skifahren, Natur- und Umweltschutz.



LOIPENKOSMETIK MIT "SCHNEEQUICKCHEN"

1. Entstehung von natürlichem Schnee

Schnee oder ganz allgemein Niederschlag entsteht, wenn feuchte Luftmassen ihre Temperatur nach unten ändern und die Luftmassen eine Absättigung mit Luftfeuchtigkeit zu 100% erreichen. Die Abkühlung bewirkt ein Auskondensieren bzw. Auskristallisieren von Luftfeuchtigkeit, die dann als Niederschlag fällt.

Der Schneekristall durchläuft bis zu seiner endgültigen Gestalt folgende Stationen:

Bei Erreichen der Sättigungsfeuchtigkeit der Luft entstehen unter Beteiligung von "Kondensationskernen" (z.B. kleine Staubpartikel) Wassertröpfchen.

Durch weitere Abkühlung unterkühlen diese Tröpfchen auf mindestens -4°C und gefrieren dann mit Hilfe von sogenannten Eisbildungskernen (das können wieder kleine Staubpartikel sein) zu kleinen Eiskristallen. Ein Gefriervorgang ohne diese Kerne erfolgt erst ab -39°C !

Der kleine Kristall wächst dann durch Wasserdampftransport auf Kosten der Tröpfchen weiter an. Es entstehen bei ungestörten Bedingungen gleichmäßige sechsseitige (hexagonale) Schneekristalle.

Mehrere Schneekristalle bilden bei Temperaturen unter 0°C Schneeflocken.

Zusatzinfo:

vgl. DAV, Alpine Ausbildung 1988: im Kapitel "Lawinen" wird die Schneeabildung ausführlicher erläutert.

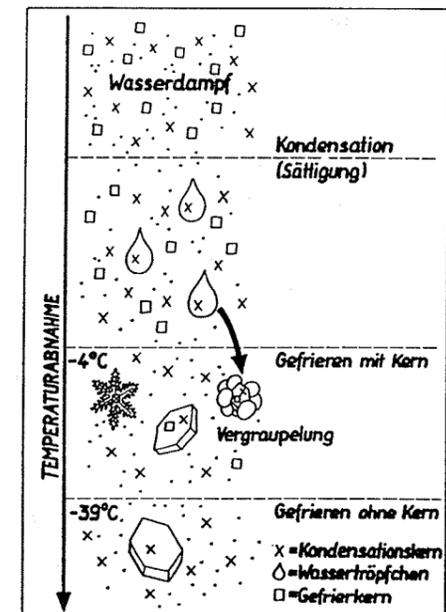


Abb. 1 : Entstehung von Schnee

2. Entstehung von künstlich erzeugtem Schnee

Der oben geschilderte Gefriervorgang vom Wassertropfchen über Schneekristall bis zur fertigen Schneeflocke dauert relativ lange. Da man bei der Herstellung von Kunstschnee nicht so lange warten kann, denn vom Austritt aus der Kanone als Wassertropfen bis zum Auftreffen auf dem Boden als fertiger Schneekristall steht ja nicht viel Zeit zu Verfügung, mußte man sich etwas einfallen lassen.

Die schnelle Kristallisation des Wassers zum Schneekristall wird folgender Maßen erreicht:

Das Wasser (mit einer Temperatur von 3° bis 0,5°C) wird mit einer großen Luftmenge zu feinsten Tröpfchen versprüht. Durch ein Ungleichgewicht zwischen Wassertropfchen und der mit Wasserdampf ungesättigten Umgebungsluft verdampft ein kleiner Teil des Wassertropfen auf dem Weg zum Boden. Durch das Verdampfen von Wasser geht Energie verloren und sowohl der Tropfen als auch die Umgebungsluft kühlen stark ab

Das ist der gleiche Effekt wie der eines Gewitterregens: auch hier "kühlt" das verdampfende Wasser die Lufttemperatur, die Umgebungstemperatur sinkt.

Die starke Abkühlung des Wassertropfen funktioniert bei geringer Luftfeuchtigkeit am besten und bringt während der kurzen Flugzeit den Wassertropfen zum Gefrieren. Für das "künstliche" Gefrieren sind wie beim "echten" Schneekristall jedoch sogenannte Kristallisationskeime (z.B. Verunreinigungen im Wasser, Staub etc.) notwendig. Ohne diese Keime kann man Wasser ohne Eisbildung bis auf -39°C abkühlen. Diese Kristallisationskeime können zusätzlich in das Wasser oder in den Wassertropfenstrahl eingimpft werden (vgl. 2.2. und 2.3.).

Die Erzeugung von Kunstschnee kann jedoch nicht bei jeder beliebigen Temperatur-, Wind- und Luftfeuchtesituation erfolgen. Es müssen folgende meteorologische Gegebenheiten erfüllt sein:

- Temperatur unter -3 bis -4°C, darüber wird die Produktion unwirtschaftlich;
- keine hohe relative Luftfeuchtigkeit (ideal 50%);
- minimale Windgeschwindigkeit (2m/sec.);

Das Wasser für die Schneeproduktion wird in der Regel Flüssen, Bächen oder Seen entnommen. In den vergangenen Jahren wurden vermehrt Speicherbecken gebaut, die durch Pumpstationen oder als Staubecken gefüllt werden (vgl. 3.1).

Für die Wasserversorgung der Kanonen werden unterirdisch Wasserrohre verlegt, die etwa alle 50 - 100 m eine oberirdische Anschlußstelle besitzen. Die Schneekanonen benötigen entweder Druckluft (vgl. 2.1. Hochdruckanlagen) oder Strom (vgl. 2.2. Niederdruckanlagen).

Zusatzinfo:

Die physikalischen Eigenschaft der Wasserunterkühlung bis -39°C ohne Gefriervorgang nennt man "supercooling" oder "Tiefsttemperaturunterkühlung". Supercooling machen sich viele Pflanzen zu eigen, um sich im Winter gegen frostigen Temperaturen zu schützen. So kann das Wasser in Zellen von Kiefern oder in den Knospen von Apfelbäumen weit unter 0°C abkühlen ohne zu gefrieren. Kommt ein Kristallisationskeim in eine Pflanzenzelle, gefriert diese schlagartig durch und es zeigen sich Frostschäden (die Zelle platzt wie eine druckgefrorene Wasserflasche). Den Vorgang der Kristallbildung von Wasser nennt man "Ice nucleation activity" (I N A) (vgl. auch Zusatzinfo von 2.3.).

Geschichte von Beschneigungsanlagen:

- | | |
|----------|---|
| 1937: | Skischaulaufen auf gehaktem Brauereieis im Madison Square Garden in New York. |
| 1950: | Erste Hochdruckkanone in den USA entwickelt (TEY) und im Winter in Grossinger/New York und Split Rock Lodge/Pennsylvania in Betrieb. |
| 1958: | in den USA meldet A. Hanson ein Patent für ein Propellerkanone an. |
| 1963: | In St. Andreasberg (im Harz) erste funktionierende Beschneigungsanlage in Deutschland. |
| 1967/68: | H. Inneberger entwickelt für die Firma Linde eine Niederdruckanlage. |
| 1972: | Erste "reguläre" Pistenbeschneigung an Christlum-Liften in Achenkirchen. |
| 1980: | Kunstschnee "rettet" olympische Winterspiele in Lake Placid. |
| 1983: | Versuche auf der Seiser Alm (Südtirol) auch bei Sommertemperaturen zu beschneien scheitern. |
| 1990: | Wähler in Graubünden (Schweiz) sprechen sich gegen ein Beschneungsverbot aus. |
| 1992: | Der Bayerische Landtag setzt sich mit Beschneigungsanlagen auseinander, Beschneigungsanlagen werden nach dem Wasserrecht genehmigungspflichtig. |
| 1993: | Erste Welttage des Technischen Schnees in Val Cenis/Frankreich (6.-9.4.93). |

2.1 Hochdruckanlagen

Bei Hochdruckanlagen wird Wasser mit Preßluft durch feine Düsen gerpreßt und fein zersteubt. Die Hochdruckschneekanonen sind auf Stützen oder verschiebaren Stativen montiert und können wegen des geringen Gewichtes (10-20 kg) leicht verschoben werden. Hochdruckanlagen können mit Hilfe von Temperatur- und Luftfeuchtemeßfühlern zentral gesteuert und vollautomatisch in Betrieb gesetzt werden. Hochdruckanlagen benötigen eine zentrale Station, welche die Gesamtanlage mit dem nötigen Wasserdruck und Druckluft versorgen. Die Geräuschemission dieser Anlagen ist mit 115 dB hoch.

Zusatzinfo:

Wassertropfen, die eine Düse der Hochdruckanlage verlassen, machen einen weiteren physikalischen Prozess durch, die "adiabatische Expansion". Diesen Vorgang muß man sich so vorstellen: Das Wasser wird unter hohem Druck auf ein kleines Volumen zusammengepreßt. Wenn es die Düse verläßt, kann es sich ausdehnen, es ändert sein Volumen. Die Volumensänderung bedeutet "Arbeit", welche Energie verbraucht. Die Energie wird aus dem Wassertropfen selbst gewonnen, es wird die "in ihm steckende" Wärmeenergie verwendet. Der Tropfen kühlt sich ab. Dieser physikalische Prozess beschleunigt zusätzlich den Gefriervorgang des Wassertropfen. Einen ähnlichen Vorgang kennen wir, wenn bei einem Campingkocher aus der Gaskartusche Gas (ohne zu verbrennen) entweicht und die Kartusche rasch abkühlt, ja sogar eine Eisschicht bekommt. Der Vorgang der adiabatischen Expansion spielt für den wirtschaftlichen Betrieb von Hochdruckkanonen eine wichtige Rolle (vgl. Zusatzinfo 2.3.).

Hochdruckanlagen verbrauchen wegen der Druckkompressoren verglichen mit den Niederdruckanlagen mehr Energie. Sie können u.U. aber recht recht effizient arbeiten, da (soweit genügend Wasser vorhanden) dutzende Kanonen zu einem System zusammenschließen lassen. Der hohe Energieverbrauch resultiert dann aus der hohen Intensität der Beschneigung (vgl. 3.8.)



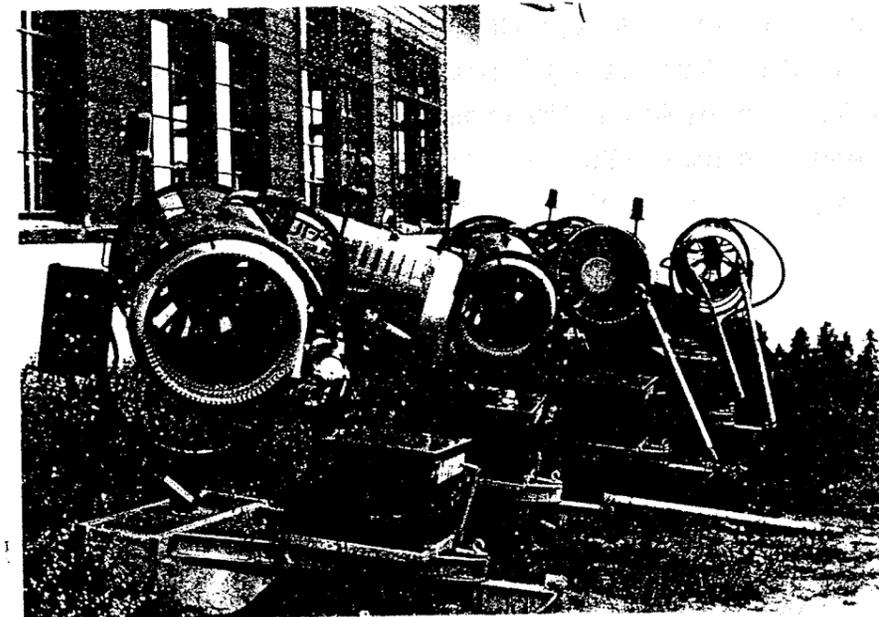
Abb. 2 : Eine Hochdruckschneekanone



2.2 Niederdruckanlagen

Niederdruck- oder Propellerschneekanonen lassen sich gut an den kurzen, dicken Rohren (Durchmesser ca. 80 cm) erkennen. Das aus vielen, ringförmig angeordneten Düsen austretende Wasser wird mit einem Propellergebläse fein versprüht. Der für das Versprühen notwendige Wasserdruck kann mit einem auf dem Gerät montierten Kompressor hergestellt werden. Zur Kristallkeimbildung können Eiskristalle (aus der Entspannung feuchter Luft hergestellt) mit einem kleinen Druckdampfkompessor in den Luft- und Wasserstrom eingimpft. Für das Gebläse ist eine Stromversorgung notwendig, jedoch keine fremderzeugte Druckluft. Verglichen mit Hochdruckanlagen sind die Niederdruckschneekanonen recht schwer (ca. 200 kg), verbrauchen jedoch weit weniger Energie und besitzen einen geringeren Geräuschpegel. (bis 80 dB)

Der Energieaufwand ist niedriger als der von Hochdruckanlagen. Die teuren Propelleranlagen werden aber meist nur in geringer Stückzahl eingesetzt. Es laufen also bei geeigneten atmosphärische Bedingungen immer nur wenige Kanonen gleichzeitig, der Energieverbrauch muß so für die gesamte Anlage gesehen auch niedriger sein. (vgl. 3.8.)



Propellerschneekanonen auf Schlitten (Beschneigungsanlage Veysonnaz)

Abb. 3 : Eine Niederdruckschneekanone

2.3 Wasserzusätze

Wie oben gehört, kann man Kunstschnee nicht bei jeder meteorologischen Situation produzieren. In den schneearmen, aber auch warmen Wintern der vergangenen Jahre spielten häufig die zu hohen Temperaturen bei der Kunstschneeproduktion nicht mit (Kunstschneeproduktion ab -4°C mögl.). Man hat sich daher wieder einen kleinen Trick einfallen lassen:

Dem Wasser werden Kristallisationskeime beigemischt, damit die Tropfen bereits bei Temperaturen über -4°C gefrieren. In der Schweiz wurden Versuche mit Sand gemacht, in den USA mit dem Bakterium "Pseudomonas syringae".

Zusatzinfo:

Kristallisationskeime gibt es als pflanzenschädigende Krankheitserreger in der Natur: Bakterien von der Gattung Pseudomonas. Diese Pseudomonaden sind meist auf der Blattoberfläche zu finden. Sie können aber auch in Pflanzen eindringen und nützen die durch sie selbst geschädigten Pflanzen als Keimbett. Bestimmte Proteineinheiten der Pseudomonaden dienen dem Bakterium hierbei als Kristallisationskeim für INA. Das Bakterienpräparat aus "Pseudomonas syringae" wurde von Schneekanonenherstellern dem Wasser als Kristallisationskeim zugegeben (vgl. Zusatzinfo 2.1.).

Die Bakterien werden mit Beta-Strahlen inaktiviert. Der Hersteller bezeichnet sie als "praktisch tot". Die "praktisch toten" Bakterien werden als Proteinmasse oder nur noch als chemischer Zusatz bezeichnet. Unter dem Handelsnamen "Snowmax" werden die inaktivierten Bakterien dem Wasser zugegeben und wirken als Kristallisationskeime. Die Eiskristalle bilden sich dann bereits bei -2°C . In den USA wurde die Verwendung der Bakterien weitgehend genehmigt, in Europa (außer Skandinavien) liegen derzeit noch keine Genehmigungen vor. Der Preis für die Verwendung der Pseudomonaden beträgt etwa $0,80 \text{ DM/m}^3$ Wasser.



Einige Mikrobiologen raten von der Verwendung der Bakterien im Freiland ab:

1. Es ist nicht mit 100 % - Sicherheit auszuschließen, daß wirklich alle Bakterien inaktiviert worden sind. Es könnten sich noch einige lebende, fortpflanzungsfähige Tiere darunter befinden.
2. Die Bakterien können durch die Bestrahlung durch Beta-Strahlen genetisch verändert werden. Wie werden diese veränderten Lebewesen reagieren, wenn sie unkontrolliert ins Freiland gelangen? Es könnte z.B. eine zusätzliche Frostgefahr für den bereits geschwächten Bergwald darstellen. Fragen, die man nicht beantworten kann. Die Verwendung von Bakterien lehnen bislang viele Betreiber ab.

2.4. Aufbau von Kunstschnee

Kunstschnee unterscheidet sich in Struktur, Raumgewicht (Dichte), Festigkeit, Aufbau der Schneedecke und auch im Wassergehalt von natürlichem Schnee. Die Mächtigkeit der künstlichen Schneedecke reicht von 10 bis 100 cm. Schneehöhen von 10 bis 20 cm Höhe ergeben nur auf Planien (= eine mit Baggern und Schubaupen planierte Skipiste) eine fahrbare Piste. Größere Schneehöhen werden jedoch oft auch auf Planien angestrebt, um Schneesicherheit bis in das Frühjahr hinein zu gewährleisten.

Technisch erzeugter Schnee weist folgende Eigenschaften auf:

1. Feine, kantige Kristalle bilden eine einheitliche, kompakte Schneedecke, die während des Winters nur geringen Veränderungen unterliegt.
2. Bei nasser Beschieung bildet sich eine kompakte Eisschicht über dem Boden.
3. Kunstschnee besitzt schlechte Luftdurchlässigkeit
4. Kunstschnee weist ein Raumgewicht (Dichte) von $400-600 \text{ kg/m}^3$ auf (Natürlicher Schnee: Pulverschnee: $30-60 \text{ kg/m}^3$, feuchter Neuschnee $100-200 \text{ kg/m}^3$, nasser Firnschnee $600-800 \text{ kg/m}^3$).

Gegenüber natürlichem Schnee zeigt sich bei Kunstschnee:

1. Geringere Differenzierung im Profilaufbau
2. Kunstschnee besitzt andere Kornformen der Kristalle und nur eine aufbauende Umwandlung des Schnees (vgl. DAV, Alpine Ausbildung, Kap. Lawinen, S. 29-36).
3. Kunstschnee schmilzt um ca. 5 - 25 Tage langsamer als natürlicher Schnee.
4. Kuntschneepisten besitzen häufiger Eisschichten und Eislinsen.
5. Das Raumgewicht von Kunstschnee ist im Vergleich zur natürlichen Schneedecke etwa 1,5 - 3 mal höher, und wird deshalb auch Kompaktschnee genannt.

Zusammenfassung: Präparierte Kuntschneepisten unterscheiden sich für den Skifahrer nur geringfügig von Naturschneepisten. Entscheidender ist der Unterschied für die Vegetation und Boden unter der Kuntschneedecke (vgl. 3.). Große Feuchte des Schnees, Neigung zum Vereisen und der verlangsamte Abtauvorgang können zum Ersticken der Pflanzendecke und einer erhöhten Anfälligkeit für Schimmelbefall führen. Bezüglich dieser Auswirkungen ist besonders wichtig, wann, wie und wie oft unter welchen Bedingungen geschneit wurde.

3. Auswirkungen von Beschneiungsanlagen

3.1. Anlagenbau

Beschneiungsanlagen bestehen je nach Typ aus

- Unterirdisch verlegte Leitungen für Druckluft, Wasser und Strom
- Wasserreservoir
- Wasserstaubecken
- Pump-, Kompressoren-, Transformatorstation als zentrale Station
- Montagestelle für festinstallierte Druckluftdüsen
- Mast mit Propellerschneeanlage
- Zapfstellen
- Meßfühler für Temperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit,

Den gravierendsten Eingriff in Landschaftsbild stellt zunächst der Bau von Leitungen und Wasserrückhaltungen dar. Für die Leitungen wird in der Regel in Falllinie ein ca. 1m breiter Graben ausgehoben. Die Wasserrückhaltung können natürliche, aufgestaute oder künstlich gebaute Seen, Becken, Hochbehälter usw. sein.

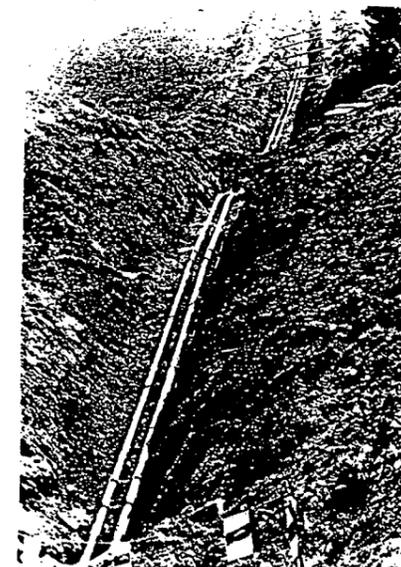


Abb. 4 : Verlegung eine Wasserrohres

Die Anschlußstellen befinden sich in einem Abstand von 50 - 100 m. Es handelt sich um ähnliche, wenn auch um Größenordnungen kleinere Eingriffe wie bei der Planie von Pisten.

Für die Wasseversorgung ist häufig ein Rückhaltebecken oder Staubecken notwendig, um in der Niedrigwasserzeit "Winter" eine gleichmäßige Wasserversorgung zu gewährleisten. Z.T. wurde bei der Anlage von Speicherseen wenig umsichtig vorgegangen: Bei einer Beschneiungsanlage in Filzmoos/Tirol wurde der Speichersee in einem Flachmoor angelegt. Der ausgebagerte Torf auf der Piste ausgebracht.

3.2. Pistenanlage

Verschiedentlich wurden bereits auf Zusammenhänge von planierte Skipiste und Beschneiungsanlagen erwähnt. Es soll aber nicht der Eindruck erweckt werden, daß die Pisten nur wegen der Schneekanonen planiert wurden. In der Regel waren die Pisten für den Massenskillauf bereits lange vorher planiert worden, und erst dann wurden Schneekanonen installiert.

Denn der Skiliftbetrieb setzt meist einen Kreislauf des Pistenbaus in Gang:

- eine "Naturpiste" mit Lift zieht vermehrt Skifahrer an, bis die mangelnde Liftkapazität zu Warteschlangen führt
- die Förderleistung des Liftes wird erhöht
- bei höhere Befahrungsfrequenz entsteht eine Buckelpiste
- Pistenpräparierung wird notwendig
- die Pistegeräte benötigen für einen rationellen Einsatz hindernisfreies, möglichst gleichmäßig geneigtes Gelände
- mit großen Geländeeingriffen wird die "Naturpiste" planiert, um den Maschinen ein leichtes Arbeiten und Skimassen ein leichtes Fahren zu ermöglichen.
- als letztes Glied in dieser Entwicklung stehen derzeit die Beschneiungsanlagen.

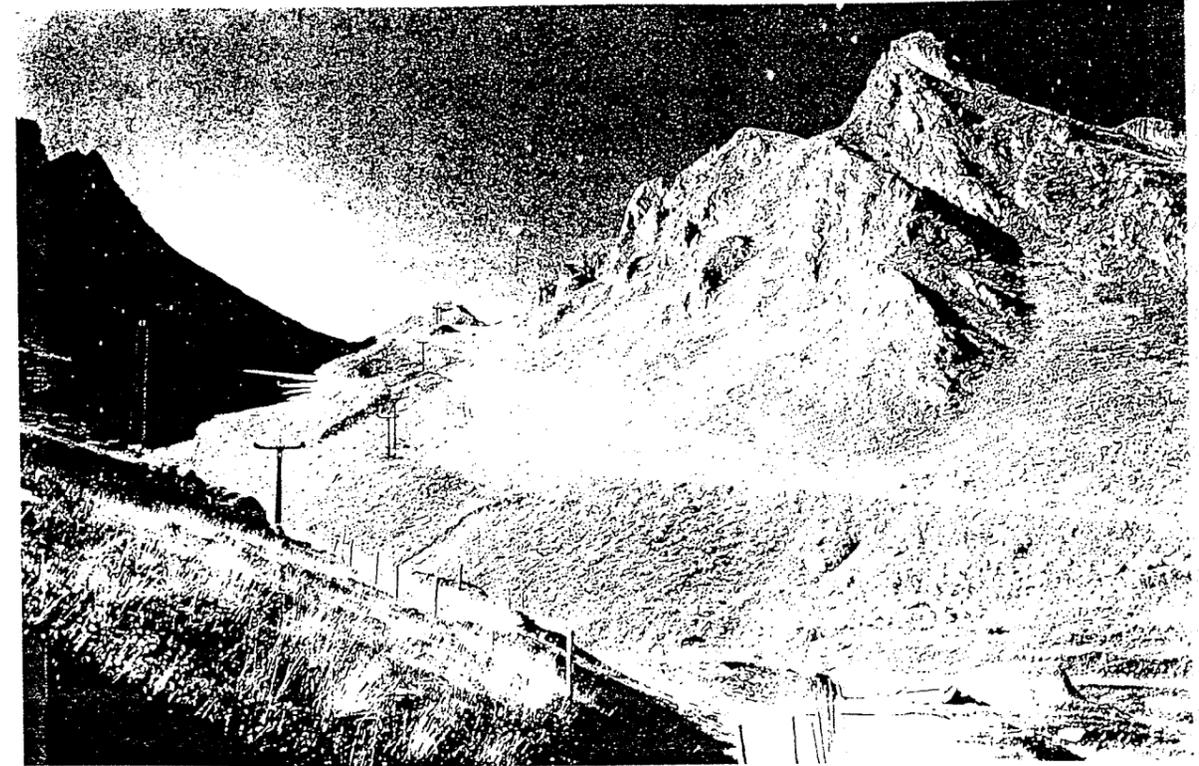


Abb. 5 : Planie einer Piste

Bei der Planie einer Piste wird die für Pflanzen wichtige Humusdecke weitestgehend entfernt bzw. die verschiedenen Bodenschichten durchgemischt.

Da die Planie ein ganz wichtiger Punkt im "Streit" um Naturschutz und (Pisten-) Skifahren darstellt, wird an dieser Stelle in aller Kürze auf die Problematik einer Planie eingegangen. Es wird in keinsten Weise der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Planierte Piste sind gekennzeichnet durch:

- hoher Anteil an unbelebten Boden (= Skelettanteil) 50 - 80 %
- extreme Armut an Humus
- relativer Reichtum an Sand
- Verminderung der Fähigkeit Wasser zu speichern (= Wasserhaltekapazität)
- Fehlen von belebter Substanz (= organische Substanz)

Zusatzinfo:

Der natürliche Bergwald wirkt als Wasserspeicher, verzögert bei Schneeschmelze oder Starkregen (Gewitter) den Wasserabfluß und verhindert so Hochwasserspitzen. Der Wald wirkt als Erosionsschutz und reinigt das Wasser biologisch wie mechanisch. Darüber hinaus leistet der Bergwald einen Beitrag für Groß- und Kleinklima und wirkt vielerorts als Lawenschutzwald.

Der Eingriff Skipistenbau mit Rodung und Planie verändert diese Umweltgrößen entscheidend. Verdeutlichen kann man das mit Werten des Oberflächenabflusses von Wasser (Beregnungsversuche von KARL und TOLDRIAN):

Mischwald:	Oberflächenabfluß	4,9 %	der Beregnungsmenge
Fichtenreinbestand:	Oberflächenabfluß	6,4	der Beregnungsmenge
Piste:	Oberflächenabfluß	80 %	der Beregnungsmenge

Die Folgen sind ein erhöhtes Erosionsgeschehen und ein schnelleres/höheres Ausströmen der Hochwasserwelle.

Nun gut, was heißt das schon. Die meisten Pisten sind ja wiederbegrünt. In den 70-er Jahren konnte man vielerorts im Sommer häßliche grau/braune Erdpisten sehen. Heute sind sie in der Regel grün. So schlimm kann das alles nicht sein.

An dieser Stelle ist ein kräftiges "aber" gefragt.

Aber dieses "neue" Grün entspricht nicht dem "alten" Grün vor der Planie. Oft werden nur "Allerweltsarten" wie Rotschwengel (*Festuca rubra*) und Straußgras (*Agrostis spec.*) auf der Planie eingebracht, da sie rasch wachsen. Die vorher vorhandene biologische und ökologische Qualität der planierten Pisten kann nicht wieder erreicht werden. (vgl. hierzu Exkursionsvorschlag in 3.5.). Eine Wiederbegrünung kann nur den Erosionsschutz erhöhen, jedoch keinen Beitrag zum Artenschutz leisten. Zudem werden die Bemühungen der Wiederbegrünung mit zunehmender Höhe immer schwieriger, da die Vegetationsperiode mit jedem Höhenmeter abnimmt.

Zusatzinfo:

Untersuchungen im Rückgangsgebiet der Glocknerpasterze haben recht deutlich die Geschwindigkeit der Wiederbesiedlung von Rohböden gezeigt. Eine natürliche Besiedlung eines eisfrei gewordenen Standortes hat nach 30 Jahren eine 50 %ige und nach 75 Jahren eine 90 %ige Bodenbedeckung erreicht. Auch wenn diese Untersuchung nicht vollständig auf eine frisch planierte Piste übertragen werden kann, so hilft sie doch die Schwierigkeiten der Wiederbegrünung zu verdeutlichen. Die Pistenbegrünung muß daher mit Arten arbeiten, die zwar relativ schnell wachsen, aber leider oft nicht dem Standort entsprechen. Eine Bodenbedeckung wie sie vor der Planie herrschte wird meist nicht erreicht.

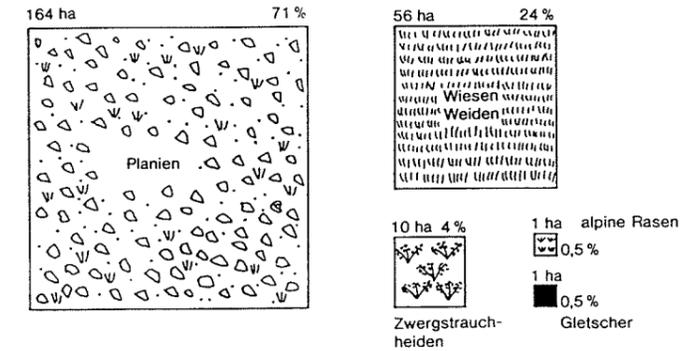


Abb. 6 : Anteile der Planien und verschiedenen Vegetationstypen auf der gesamten beschneiten Fläche in der Schweiz.

3.3. Wasserhaushalt

Große Anlagen benötigen in einer Saison bis zu 100 000 m³ Wasser, d.h. es werden 20 - 75 l/sec. oder 70 - 270 m³/h Wasser verbraucht.

Ein Rechenbeispiel: Der Wasserspiegel eines zuflußlosen Bergsees mit einem Durchmesser von 100m würde innerhalb von 24 h bei Vollastbetrieb einer Schneeanlage um 20 bis 75 cm abgesenkt werden.

Das wäre alles nicht so tragisch, wenn die Schneekanonen nicht gerade im Winter gebraucht werden würden. Die Bäche und Flüsse führen im Winter das wenigste Wasser, da die Niederschläge in der Regel nicht als Regen sondern in Form von Schnee fallen. Und dieses Wasser steht zunächst einmal nicht zur Verfügung.

Falls das Wasser aus Flüssen, Bächen und Bergseen entnommen wird, kann es zu starken Schwankungen der Wasserführung kommen. In Extremfällen wurde auch schon mal ein kleiner Bach leergepumpt. Derartige Schwankungen wirken sich stark auf die Lebensgemeinschaften im Wasser und im Uferbereich von stehenden wie fließenden Gewässern aus.

Zusatzinfo:

Bergbäche werden durch rasche, turbulente Strömung, hohem O_2 - Gehalt, geringe monatliche Temperaturschwankungen des Wasser und einem Gewässeruntergrund aus Fels, grobem Geröll oder Kies mit eingesprengten Sand- und Schlammpartien gekennzeichnet.

Viele Lebewesen haben sich an diese Lebensverhältnisse angepaßt. So besitzen Eintagsfliegenlarven einen abgeplatteten Körper (Anpaßung an den Nullströmungsbereich an der Oberflächen von Steinen) oder die Larven der Lidmücken weisen Bauchsaugnäpfe auf. Kleine Tiere, insbesondere die ersten Larvenstadien vieler Insekten, besiedeln den Lückenraum im Kies- und Geröllgrund der Bäche (das sog. hyporheische Interstitial).

Gerade dieser Bereich ist extrem gefährdet, wenn es in den (in natürlicher Weise!) wasserarmen Wintermonaten zu starken Wasserschwankungen kommt. Der Lückenbereich der Gewässer kann dann austrocknen oder/und durchfrieren. Die Entnahme von Wasser für den Betrieb von Schneekanonen birgt die Gefahr von Wasserschwankungen.

3.4. Boden

70 % aller beschneiten Pisten in der Schweiz sind mit schwerem Gerät hergestellte Planien, nur ein Drittel besteht noch mit natürlichem Bodenbewuchs (vgl. 3.2.).

Planieböden sind:

- extrem flachgründig,
- skelettreich,
- fast oder ganz humusfrei,
- gering wasserspeicherfähig
- und nährstoffarm (die Bodendecke wurde ja hinwegplaniert).

Bei diesen Böden übt die Beschneigung keine wesentliche Einflüsse mehr aus. In einigen Fällen hat jedoch der erhöhte Wassergehalt von Kunstschnee beim Abschmelzen im Frühjahr auf Planien zu Erosionen geführt (vgl. 3.6.).

Da bei beschneiten Flächen die Pistenbearbeitung durch Pistenraupen abnimmt, ist vermutlich die Verdichtung des Boden von beschneiten Pisten geringer. Boden ist aber nicht gleich Boden, und man muß daher differenzieren: Die Verdichtungsgefahr ist auf skelettreichen, grobsandigen Böden eher gering, bei feuchten bis nassen Böden eher größer. Insbesondere gilt dies, wenn auf skelettarmen Böden (z.B. Flachmoor) vor dem Gefrieren des Boden "geschneit" wird. Der Boden ist dann noch zu weich, um die Last einer Pistenraupe unbeschadet zu überstehen.

Der Stoffhaushalt von Böden kann durch Beschneigungsanlagen verändert werden. Es erfolgen Einflüsse durch:

- Eintrag von Dünge- und Mineralstoffen mit dem verwendeten Wasser,
- Erhöhter Stoffaustrag durch zusätzliches Schmelzwasser (vgl. unten),
- Veränderung der Abbaubedingungen im Humus.

Zusatzinfo:

Der Kunstschnee enthält stets mehr Calcium und Magnesium als das Regenwasser und der natürliche Schnee. Diese Stoffe verursachen, besonders unter saurem Bodenverhältnissen eine erhöhte Aktivität der Bodenorganismen. Diese kleine Tierchen bewirken eine verstärkte Umwandlung von abgestrobenen Pflanzenmaterial zu Humus. Dabei werden größere Mengen Stickstoff, Phosphor und Kalium freigesetzt. In nährstoffarmen Böden unter Zwergstrauchheiden und Magerrasen sowie in Hoch- und Flachmooren steigt daher der Nährstoffpegel bei einer Beschneigung stetig an (vgl. 3.5.).

Der Wasserwert von Kunstschnee liegt um 20-150 % über dem von natürlichem Schnee. Es ergibt sich ein erhöhter Wasserinput durch Kunstschnee der im Extremfall 3 X so hoch sein kann wie der natürliche. D.h., die Böden bleiben im Frühjahr länger feucht oder naß und trocknen wegen der verzögerten Ausaperung im Vergleich zur Umgebung erst verspätet ab.

Zusammenfassung:

Beschneigungsanlagen wirken sich auf den Boden aus, wenn

1. zu früh auf feuchten oder nassen Boden geschneit wird.
2. es sich um nährstoffarme Böden handelt (unter Zwergstrauchheiden, Magerrasen, Flach- und Hochmoore) handelt.
3. es sich um bereits gestörte Böden handelt (Planie) und Erosionen die Folge sein können.



3.5. Vegetation

Die oben geschilderten Veränderungen des Boden wirken sich natürlich auch auf die Zusammensetzung der Pflanzen, das so genannte Artenspektrum aus.

Die Beschneigung beeinflusst die Vegetationsdecke:

Über den Wasserhaushalt:

- Die größerer Schmelzwassermenge (s.o.) fördert feuchtigkeitsliebende Pflanzen.
- Eine länger im Frühjahr andauernde Durchnässung des Boden kann zu Problemen beim Wurzelwachstum von Pflanzen führen.
- Durch die bessere Wasserversorgung kann die Produktivität einer Wiese erhöht werden (z.B. in den inneralpinen Trockentälern)
- Luftabschluß unter einer vereisten Schneedecke kann zum Ersticken der Pflanzen und einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Schimmelbefall führen

Über verbesserte Nährstoffversorgung

- wird das Artenspektrum von nährstoffarmutertragenden Pflanzen hin zu nährstoffliebenden (nitrophile) Pflanzen verschoben.

Etwa 5-10% aller genutzten Pistenflächen ohne Geländeingriffe sind mit mechanischen Schäden durch Skikanten oder Pistenpflegegeräten mehr oder weniger stark beieinflußt. Diese Schäden entstehen bei zu geringer Schneehöhe. Beschneigung kann die Bildung dieser Schäden zu einem erheblichen Teil verhindern. Untersuchungen in der Schweiz haben gezeigt, daß dagegen auf beschneiten Pisten nur etwa 3,5 % mechanische Schäden der Vegetationsdecke aufweisen. Beschneigung zum Schutz der Vegetation besitzt daher nur eine lokale Bedeutung (Hangkanten, Buckel,...). Sie stellen hier jedoch leider nur eine Minderung der negativen Einflüsse des Skisportes auf der Piste dar, keine Verhinderung (s. Pistenplanie...)

Zusatzinfo:

Der Unterschied der mechanisch beeinträchtigten Pistenstellen von beschneiten zu natürlich weißen Pistne ist wohl auch darauf zurückzuführen, daß 70 % aller beschneiten Pisten "glatte" Planien sind. Auf diesen eingeebneten, glatte Pisten muß automatisch nach der Wiederbegrünung mit weniger Schäden gerechnet werden. Auf "natürlichen" Pisten bietet ein vielgestaltiges Bodenrelief mit Buckeln, Kanten wesentlich mehr Angriffspunkte für böse Skikanten und häßliche Raupenketten.

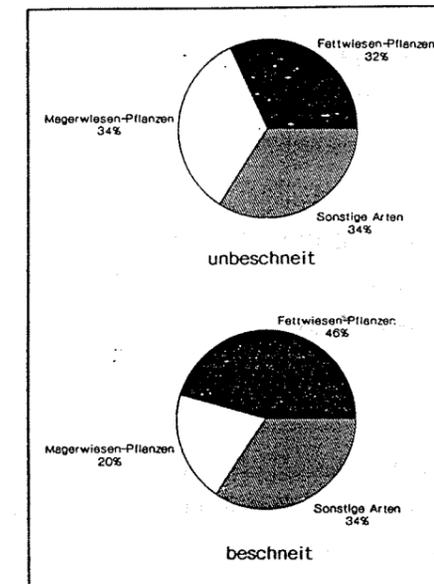


Abb. 7 : Vergleich des Pflanzenbestandes beschneiter und unbeschneter Flächen.

Zusammenfassung:

Der vergrößerte Wasseranfall im Frühjahr durch das zusätzliche Schmelzwasser, sowie die Stoff- und Baseneinträge durch das bei der künstlichen Beschneigung verwendete Wasser, zerstören mittelfristig Magerstandorte. Dies hat zur Folge, daß sich Magerwiesen zu Fettwiesen entwickeln, in welchen feuchtigkeit- und nährstoffliebende Arten auf Kosten von trockenheit- und nährstofftragender Arten vermehrt aufkommen. Diese Verschiebung des Artenspektrum ist mit einem Verlust der Artenvielfalt verbunden. Zusätzlich erschwert die verspätete Ausaperung der Kunstschnepiste (vgl.2.4) und die daraus folgende Verkürzung der Vegetionszeit die Entwicklung einzelner Arten.

3.6. Erosion

In der Schweiz wurden in den vergangenen Jahren die meisten Untersuchungen zu Beschneiungsanlagen durchgeführt. Hierbei hat sich gezeigt, daß ca. 6 % aller beschneiten Pisten Erosionen zeigen. Es handelt sich um sogenannten "Rinnenerosionen" auf planierten Pisten. Diese Erosionsform kann unter Umständen auch entlang der im Boden verlegten Bewässerungsrohre stattfinden.

Nicht die Beschneigung ist in diesen Fällen der ausschlaggebende Faktor, sondern das Planieren der Pisten. Bei der Planierung von Pisten wird die oberflächliche Vegetation zerstört und damit in der Regel auch die wertvolle Humusdecke entfernt. Eine Wiederbegrünung findet im Anschluß statt. Auf der Piste befindet sich nach der Planie häufig noch eine große Menge an Feinmaterial, da die das Erdreich schützende Pflanzendecke zunächst fehlt.

Das durch Beschneigung zusätzlich vorhandene Schmelzwasser (vgl. 2.4) kann das Abspülen des Feinmaterial beschleunigen. In Extremfällen kann die starke Durchnässung im Frühjahr zum Anriß und Abgleiten ganzer Hänge führen, was aber letztendlich auf die Planie zurückzuführen ist.

Es stellt sich daher die Frage, ob Beschneiungsanlagen die Planie von Pisten fördern oder verhindern. 70 % aller beschneiten Pisten sind planiert. Die beste Unterlage für Beschneigung bieten wohl glatte Pisten ohne große Unebenheiten, denn hier kann der Pistenbetrieb auch bei 10-20 cm Schneehöhe noch aufrecht erhalten werden. Beschneiungsanlagen stehen folglich in einem engen Zusammenhang mit planierten Pisten und fördern eine Planie eher, als daß sie diese verhindern (vgl. 3.2.). Die meisten Beschneiungsanlagen wurden bislang auf bereits bestehenden Planien errichtet.

Zusatzinfo:

An dieser Stelle wird empfohlen mit der Gruppe einmal im Sommer das Winterskigebiet zu besuchen und sich die Pisten etwas genauer anzuschauen. Es sollte auf den Unterschied im Bewuchs zur Umgebung und auf den Aufbau der Humusschicht unter der Vegetationsdecke geachtet werden. Im Hochgebirge ist die Humusschicht meist nicht höher als 30 cm (ist jedoch von den geologischen Ausgangslage abhängig, z.B. unter Raiblerschichten kann die Humusschicht auch sehr mächtig sein). Auf Planien fehlt die Humusschicht fast vollständig.

3.7. Lärm

Beschneiungsanlagen können beträchtlichen Lärm erzeugen.

Folgende Werte wurden in bei einem Test in Lech und Bad Kleinkirchheim in einer Entfernung zwischen 20 und 50 m ermittelt.

	Schallpegelwerte in dB (A)
Niederdrucksystem:	58 - 80
Hochdrucksystem:	75 - 99
max. Schallemission einer Druckluftkanone:	115
Vergleichswerte:	
Presslufthammer:	100
Verkehrslärm:	70-90
Immissionsgrenzwert für Wohngebiete:	40

Lärm hat einen Effekt, der ganz banal klingt: je weiter weg, desto leiser (wissenschaftlich ausgedrückt: Schall nimmt mit dem Quadrat seiner Entfernung ab). Oft stimmt das aber nicht so ganz, da Schall von Geländegegebenheiten reflektiert oder umgeleitet werden kann. Allgemein sagt man jedoch, daß Schneekanonen, die unter 800 - 1000 m Entfernung von Wohngebieten stehen, ein Problem für die Bewohner darstellen. Die meisten Skorte werden diesen Richtwert schon um der Gäste willen einhalten (Die Zeitschrift "Motor im Schnee" 6/92 S.31 meint hierzu: "Inzwischen beklagen sich immer wieder Wintergäste, wenn sie nachts das beruhigende Summen der Schnee- Erzeuger einmal vermissen"). Festmontierte Anlagen sind ungünstiger als flexible, da sie nicht auf wechselnde Windrichtung reagieren und Geländeformen zur Lärmreduktion ausnützen können.

Doch stellt der Lärm nicht nur für die Menschen ein Problem dar. Auch Tiere leiden darunter. Lärm kann die Rückzugsgebiete für Wild weiter einengen. Hirsche z.B. wandern ab, konzentrieren sich u. U. an für sie günstigeren Stellen. Es kommt zu Verbißschäden, da das Futter für so viele Tiere auf engem Raum nicht reicht. Die Verjüngung des Bergwaldes kommt in Gefahr. In der Wirkungskette "Waldsterben" ist wieder ein Kettenglied beigefügt.

3.8. Energieverbrauch von Beschneiungsanlagen

Elektrische Energie wird benötigt:

- so weit nötig, für das Heraufpumpen von Wasser in hochgelegene Wasserreservoirs und/oder höchst gelegenen Zapfstelle.
- Kühlung des Beschneiwasser auf 3 bis 0,5°C.
- Druckluftherzeugung.
- Betrieb von Propellern, Gebläsen und Kleinkompressoren bei Propellerkanonen.
- Betrieb einer Schneizentrale bei Druckluftsystemen.

Der Energieaufwand ist stark von der Anlage und den Bedingungen abhängig. Verallgemeinernd kann man jedoch sagen, daß die Niederdrucksysteme weniger Energie benötigen als die Hochdrucksysteme mit den stark energieverbrauchenden, zentralen Druckkompressoren.

Es werden pro m³ Schnee zwischen 1 und 12 kWh oder pro ha beschneiter Fläche werden bei Niederdruckanlage 2000 - 4000 kWh und bei Hochdruckanlagen bis zu 27000 kWh verbraucht.

Der Jahresverbrauch liegt bei kleinen Anlagen bei 40.000 kWh bei großen Anlagen bei ca. 100.000 kWh kann aber auch auf über 350.000 kWh ansteigen.

Zusatzinfo:

Energiebedarf von Beschneiungsanlagen	kWh
Corvatsch	230.000
Savognin	350.000
zum Vergleich:	
Hallenbad	800.000
Kunsteisbahn	500.000

Wichtige Fakten zum Stromverbrauch:

- * Automatische oder halbautomatische Druckluftanlagen verbrauchen drei- bis sechsmal mehr Strom pro ha beschneiter Fläche als verrohrte Niederdruckanlagen.
- * Manuelle Druckluftanlagen mit Zapfstellen verbrauchen zwei- bis dreimal mehr Strom pro ha beschneiter Fläche als verrohrte Niederdruckanlagen.
- * Am leichtesten wird der Energieverbrauch beeinflusst durch
 - die Kühlung des Schneiwasser
 - Pumenergie für das Schneiwasser
 - Vorgehen der Beschneigung (vgl. 2.2. und 2.3.)
 - der Größe und Intensität der beschneiten Flächen
 - und natürlich von den klimatischen Bedingungen.
- * Beschneiungsanlagen mit beschränkter Betriebsdauer (d.h. Schnee nach "Bedarf") verbrauchen ungefähr dreimal weniger Strom als Anlagen gleichen Typs und Größe mit einer "Maximalbeschneigung".

Um beim Betrieb einer Beschneiungsanlage Energiesparen zu können, ist eine exakte Planung notwendig. Einsparungen sind vorstellbar, bei der Wasserenergie, Ausmaß der Beschneigungsfläche usw.

Den Verbrauch von Beschneiungsanlagen kann man natürlich mit andern Freizeiteinrichtungen vergleichen. Er sollte aber nicht zur Beurteilung herangezogen werden. Die Frage, ob der Energieverbrauch bei einer Beschneiungsanlage sinnvoll eingesetzt ist, stellt sich bei anderen Freizeiteinrichtungen wie Eisbahn oder Hallenbad in gleicher Weise. Man aber wirklich darüber nachdenken, ob man denn um jeden Preis an Energie, Rohstoffen und Landschaft Skifahren muß. Das führt jedoch eher in den ethischen Bereich (vgl. 4.4.).

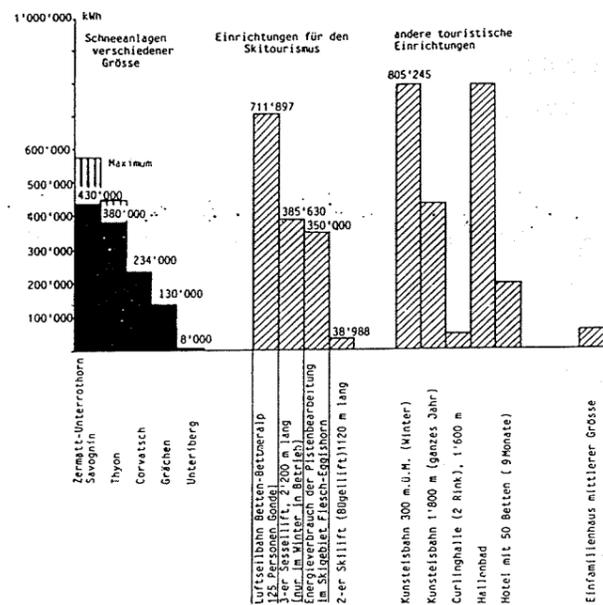


Abb. 8 : Vergleich des Energieverbrauchs von ausgewählten Beschneigungsanlagen verschiedener Größen mit dem Energieverbrauch anderer Einrichtungen für den Skitourismus, Tourismus, Sport und Erholung allgemein

3.9. Ökonomie

Eine allgemeingültige Aussage über Investitionskosten läßt sich nicht machen, da die Kosten je nach Ausgangslage stark schwanken. Sie liegen bei kleinen Anlage in der Größenordnung von ca. 75.000 DM und von großen Anlagen um 4 Mill. DM (z.B. eine große Anlage in Savognin). Ähnlich verhält es sich mit den Betriebskosten (Personal, Energiebedarf/Stromtarife, Wasser, Wartung, Verwaltung usw.). Man rechnet für einen m³ Kunstschnee mit 2 bis 4 DM.

Die Rentabilität einer Schneeschanze kann nicht direkt nachgewiesen werden, sondern es handelt sich um sogenannte "Umwegrentabilität".

Es spielen Gesichtspunkte eine Rolle wie :

- vorverlegter Saisonbeginn
- sichere und bessere Schneeverhältnisse bis ins Tal
- sichere Schneeverhältnisse an Feiertagen wie Weihnachten
- Kapazitätssteigerung auf beschneiten Pisten
- Verlängertes Saisonenden (z.B. Ostern)
- Werbung (wir schneien für Sie)
- geringerer Aufwand bei der Pistenpräparierung

Warum die Preise für Liftkarten ständig steigen, kann sich jeder selbst ausrechnen.

3.10. Politik

Die rechtliche Bewilligung von Beschneigungsanlagen wird in den Alpenstaaten recht unterschiedlich gehandhabt.

In der Bayern sind Beschneigungsanlagen nach dem Wasserrecht genehmigungspflichtig. An dieses Verfahren kann eine naturschutzrechtliche Genehmigung im "Huckepackverfahren" angehängt werden.

In Österreich ist in der Regel eine wasserrechtliche Bewilligung notwendig. In einigen Bundesländern ist eine Beurteilung des Naturschutzes notwendig, wenn das Wasser aus Fließgewässern entnommen wird.

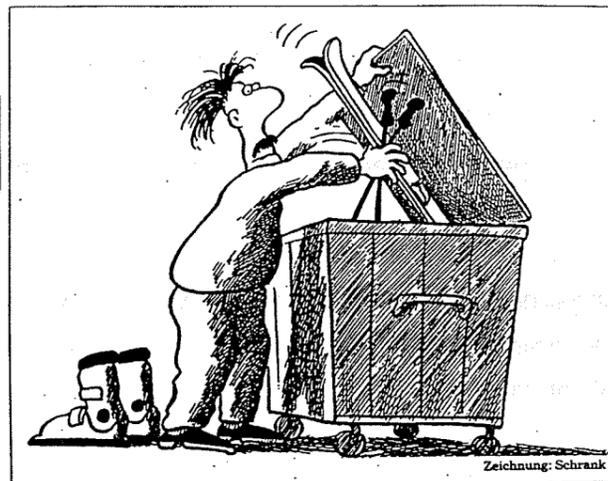
In der Schweiz gibt es raumplanerisches Verfahren, welches die Notwendigkeit von Anlagen, Energieverbrauch, Interessenabwägung bezüglich der Auswirkung auf Landschaftsbild, Umwelt und ihrem Nutzen beinhaltet.

In Italien ist für den Bau einer Beschneigungsanlage ein Gutachten der Forstbehörden und bei der Landschaftschutzkommission, bei der Wasserentnahme aus öffentlichen Gewässer auch die Genehmigung der Behörden einzuholen.

In Frankreich gibt es anscheinend keine besonderen Auflagen oder Bewilligungen für den Bau von Beschneiungsanlagen. Die Entscheidung trifft die Gemeinde oder der Unternehmer selbst.

Zusatzinfo:

Bei einem "Fachgespräch am Runden Tisch" in Lech wurde die "Plafondierung des Energieverbrauches" diskutiert. Danach erhält jeder Ort nur noch ein bestimmtes Energiebudget, das sich an einem bestimmten Stichtag oder Durchschnittsverbrauch orientiert. Gemeinde/Kreis/Region verpflichten sich nicht mehr Energie zu verbrauchen. In den Energieverbrauch werden sämtliche Verbraucher eingerechnet.



4. Zusammenfassung

Die in der Einleitung aufgestellte Behauptung, Beschneiungsanlagen sind in das übliche "grüne" Sperrfeuer der Presse geraten, glaube ich läßt sich nicht mehr ganz so aufrecht erhalten. Aber, es gibt keinen Punkt mit dem man alleine die Beschneiungsanlagen an den ökologischen Pranger stellen könnte. Es spielen eine ganze Reihe an Fakten zusammen, deren "leisen" Auswirkungen oft nur dem Fachmann oder dem genauen Betrachter sichtbar werden. In der "Lehrinheit Beschneiungsanlagen" haben wir viele dieser leisen Auswirkungen kennengelernt.

Im Folgenden werden die wichtigsten Punkte noch einmal kurz aufgelistet.

4.1. Ökologie

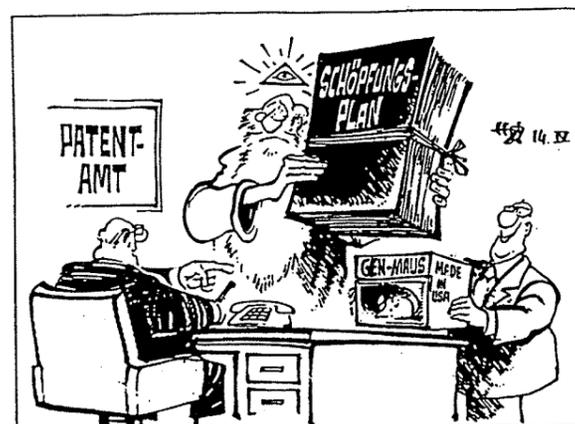
- * Wasserentnahme aus natürlichen Gewässern führt zu Problemen in der Fließwasserökologie.
- * Der Schnee von Beschneiungsanlagen ist kompakter, wasserreicher und bleibt länger liegen als natürlicher Schnee.
- * In nährstoffarmen Vegetationseinheiten führt er zu einer Verschiebung des Artengefüges und zu einer Senkung der Artenzahl.
- * Unter ungünstigen Umständen können Beschneiungsanlagen Erosion fördern.
- * Förderung des Energieverbrauches.
- * Beeinflußung des Landschaftsbildes.
- * Die Planie von Skipisten kann durch Beschneiungsanlagen gefördert werden.
- * Lärmemission beeinträchtigt Anwohner und Urlauber.
- * Beunruhigung des Wildes durch Lärm und dadurch mögliche Förderung von Verbißschäden.

- * Verlängerung der Saison, das Gebiet wird attraktiver, was mehr Menschen und damit Verkehr anzieht. Es wird der Ausbau neuer Infrastruktur nötig: weitere Hotels, Straßen und Lifte.
- * An exponierten Geländestellen (Kanten, Kuppen) können Beschneiungsanlagen eine mechanische Verletzung der Vegetationsdecke verhindern und somit Auswirkungen den Massenskilaufs lindern.
- * Bodenverdichtung nimmt ab.
- * Ertragssteigerung der Landwirtschaft durch Nährstoffeintrag und Bewässerung im Sommer.
- * Steigerung des Fremdenverkehrs, Überbrückung von "Totzeiten", Arbeitsplätze

4.2. Ethik

Muß der Mensch sich der Natur anpassen oder muß die Natur sich an den Menschen anpassen?

Das ist eine Frage, auf die viele Diskussionen um Schneekanonen hinauslaufen. Vielfach wird gesagt, daß sich Beschneiungsanlagen im Grunde genommen nicht von Schwimmbädern oder Kunsteisbahnen unterscheiden. In gewisser Hinsicht mag das stimmen. Und doch unterscheiden sich die Schneekanonen von diesen anderen Freizeitanlagen. Eine großflächige (negative) Beeinflussung des Großökosystems Alpen ist zwar "nur" an kleinen Veränderungen, aber dennoch deutlich auszumachen. Es besteht die Gefahr, daß durch den Bau von Beschneiungsanlagen ein Karussell weiter beschleunigt wird, das sich hin zu einer weiteren Technisierung der Natur bewegt.



„Tut mir leid, dieser Herr war vor Ihnen da!“

Es denken bereits Orte darüber nach, ob man der Abwärmeglocke von Wintersportorten entgegenwirken kann. Es könnte ja (wie bei einer Kunsteisbahn) der Boden gekühlt werden. Dies könnte dann, so "Motor im Schnee" energiesparender sein als ein ständiges Beschneien. Der Schritt zum Skifahren im Sommer auf Schneebänder in der grünen Berglandschaft ist dann fast nur noch eine Frage des Geldbeutels.

Die letztendliche Frage ist dann wirklich, ob wir auch alles machen wollen, was technisch machbar ist. Diese Frage kann sich jeder einzelne, aber können sich auch Vereine (DAV) und Behörde stellen.

Ein Antwort kann und will diese Lehreinheit nicht geben, auch wenn der DAV sich (mit Ausnahmeregelung) gegen Schneekanonen entschieden hat (vgl. 4.3.).

4.3. Position des DAV

Der Deutsche Alpenverein lehnt eine großflächige Beschneigung ganzer Pisten zu Ermöglichung des Skibetriebes (bei Schneemangel, für Sportveranstaltungen) oder zur Verlängerung der Saison ab.

Eine punktuelle Beschneigung zur Verhinderung von mechanischen Schäden an exponierten Stellen (z.B. Hangkanten, Buckel, Engpässe) dagegen kann im Einzelfall durchaus sinnvoll sein.

Der DAV fordert, daß für die Errichtung von Beschneiungsanlagen ein Umweltverträglichkeitsprüfung vorgeschrieben wird.



5. Fachbegriffe

adiabatische Expansion	: Physikalischer Vorgang, welcher bei Hochdruckanlagen hilft, das Schneiwasser abzukühlen.
chemische Wasserzusätze	: inaktivierte Bakterien (<i>Pseudomonas syringae</i>) werden auch als chemische Zusätze bezeichnet.
Erosion	: Erosionen sind flächige oder rinnige Bodenabtragungen, die durch Wind, Wasser, Gletscher usw. verursacht sein können.
Fond	: vorbereiteter Untergrund für Beschneiung. Als Untergrund wurde bislang extrem nasser Schnee verwendet, der zur Vereisung neigt.
Hochdruckanlage (HD)	: Beschneiungsanlage, die Wasser mit Druckluft verwirbelt. Strom und Druckluft werden von einer zentralen Station geliefert.
Inneralpine Trockentäler	: zentrale Alpentäler, die im Regenschatten liegen und durch kontinentales Klima geprägt werden: heiße Sommer, kalte Winter, wenig Niederschlag.
Kristallisationskeim	: Wasser benötigt für einen Gefrierprozess über -39°C einen Kristallisationskeim. Das kann Staub oder andere Verunreinigungen im Wasser sein, aber auch Bakterien wie <i>Pseudomonas syringae</i> .
Kühltürme	: dienen zum Herunterkühlen des Schneiwasser auf günstige Prozesstemperaturen um 2°C .
Lehrteam Natur- u. Umweltschutz	: besteht aus Naturwissenschaftlern mit guten alpinen Kenntnissen. Vermittelt seit 1991 während der Ausbildung der DAV-Fachübungsleiter Kenntnisse, die helfen Bergsport umweltverträglich auszuüben.

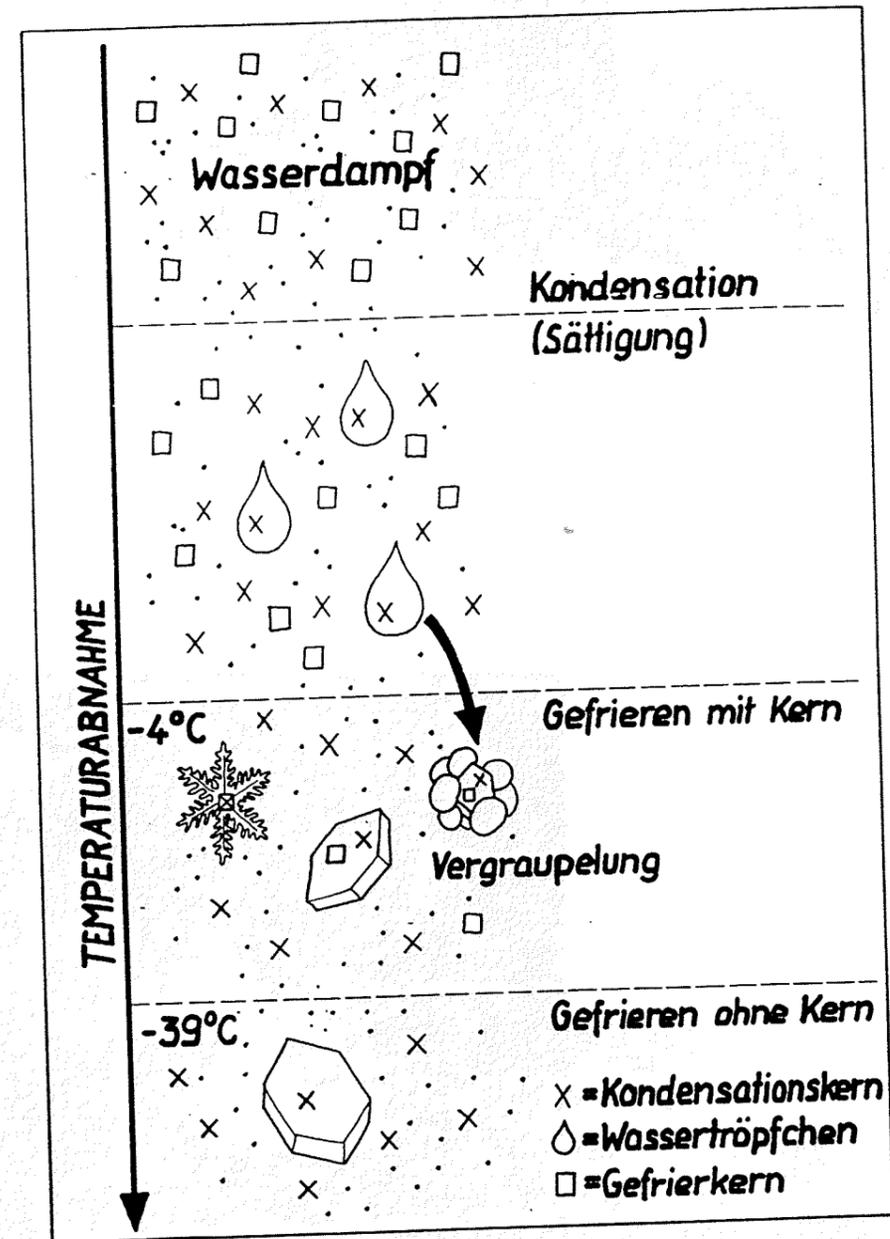
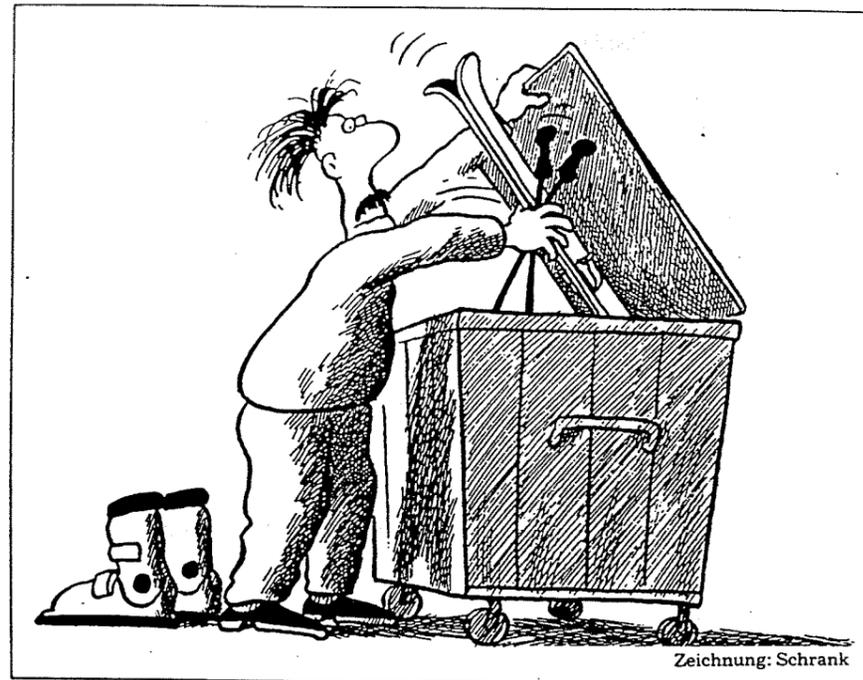
Lückenbereich	: Raum zwischen Steine und Felsbrocken in Fließgewässern, der vielen Lebewesen als Lebensraum dient.
Mimo	: unbekanntes grünes Flugobjekt des DAV.
Naturpiste	: Skipiste, die in ihrem natürlichen Zustand belassen wurde.
Niederdruckanlage (ND)	: Wasser aus kreisförmig angeordneten Düsen wird mit Propellern verwirbelt. Eine zentrale Druckluftversorgung ist nicht notwendig.
Nozzle	: Englisch: Düse.
Nukleatoren	: bei Niederdruckanlagen ringförmig angeordnete Zusatzdüsen, die in den Luft-Wasser-Strom Eiskristalle einimpfen, zur schnelleren Eiskristallbildung.
Patchwork	: nennt man das Beschneien aperer Stellen. Dazu eignen sich am besten mobile Niederdruckanlagen.
Planie	: Skipiste, die mit Raupen und Baggern eingeebnet wurde. Die Vegetationsdecke wird hierbei zerstört. Die Wiederbegrünung wird mit zunehmender Höhe schwieriger. Die ursprüngliche ökologische Qualität kann nicht wieder hergestellt werden.
Propellerschneekanone	: siehe Niederdruckanlage.
<i>Pseudomonas syringae</i>	: Bakterium, welches als Kristallisationskeim bei Beschneiungsanlagen verwendet wird.
Schneegewicht	: liegt mit $300\text{-}500\text{ kg/m}^3$ wesentlich über dem von frischem natürlichem Schnee (z.B. Pulverschnee: 30 kg/m^3).
Schneequickchen	: mobile Minischneekanone zur Loipenkosmetik.

- Sensoren** : messen Temperatur und und Feuchtegehalt der Luft. Dienen zur zentralen Steuerung von Beschneiungsanlagen.
- Snow-max** : Bakterienpräperat der Firma Kodak, das als Kristallisationskeime dem Schneiwaaser begemischt werden kann.
- Technischer Schnee** : Schnee, der mit Schneekanonen (HD oder ND) hergestellt wurde.
- Umweltbewußter Skifahrer** : macht sich Gedanken über die Auswirkungen seiner liebsten Freizeitbeschäftigung.
- Wind** : vertragen Beschneiungsanlagen nicht. Ideal sind Windgeschwindigkeitne bis 2m/sec.

6. Medien (Folien)

Die Abbildungen für die Folien dienen als Kopiervorlage! Es müssen ja nicht alle für den Unterricht verwendet werden. Bitte selbst auswählen, evtl. ergänzen! (vgl. hierzu die Bitte in der Einleitung...)

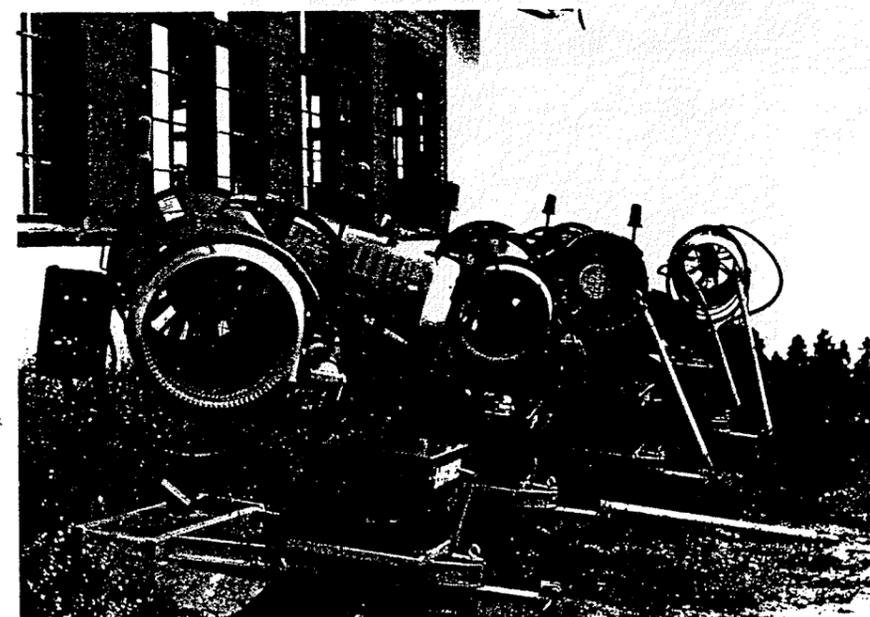
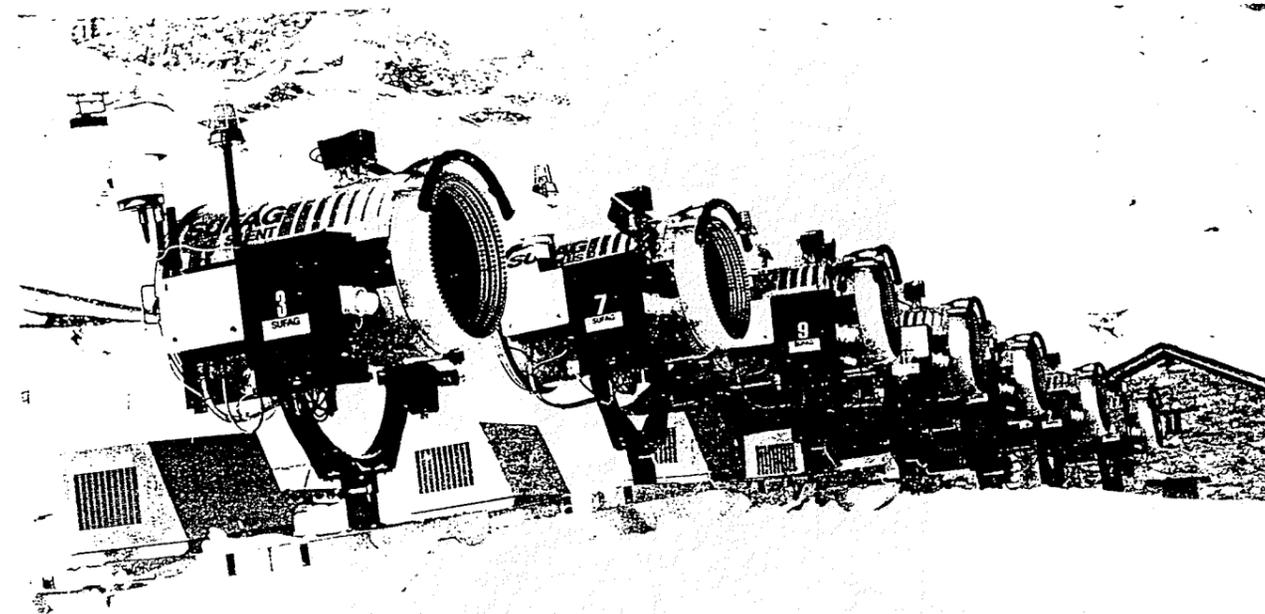
- Folie 1** : Müssen wir unsere Ski wegwerfen?
- Folie 2** : Entstehung von Schnee aus dem DAV Ausbilder-Handbuch , Kap. Lawinen.
- Folie 3** : Hochdruckschneekanone,
- Folie 4** : Niederdruckschneekanone.
- Folie 5** : Biochmie bei Beschneiungsanlagen.
- Folie 6** : Rohrverlegung für eine Beschneiungsanlage.
- Folie 7** : Planie einer Piste.
- Folie 8** : Anteile der Vegetationstypen bei Planien, Verteilung des Pflanzenbestandes auf beschneiten und unbeschneiten Flächen.
- Folie 9** : Viel Spaß weiterhin auf dem Kurs! wünscht das DAV-Lehrteam für Natur- und Umweltschutz.



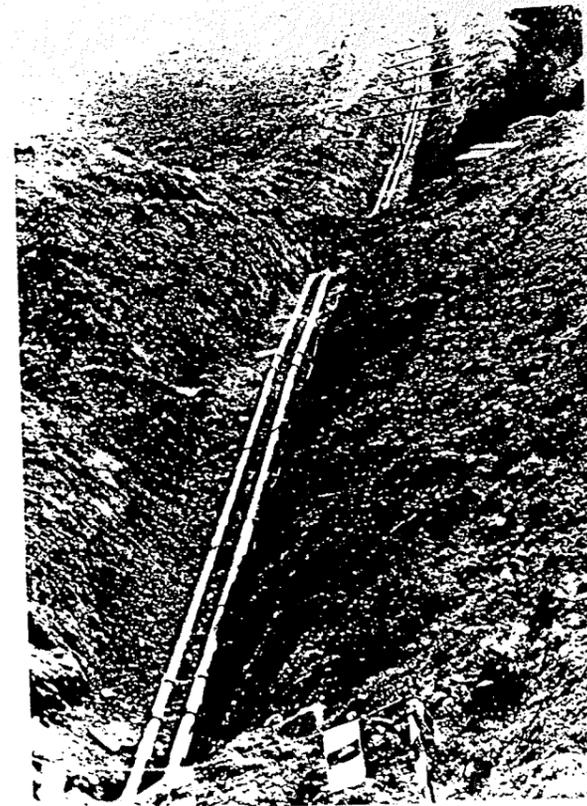
Entstehung von Schnee und Graupel

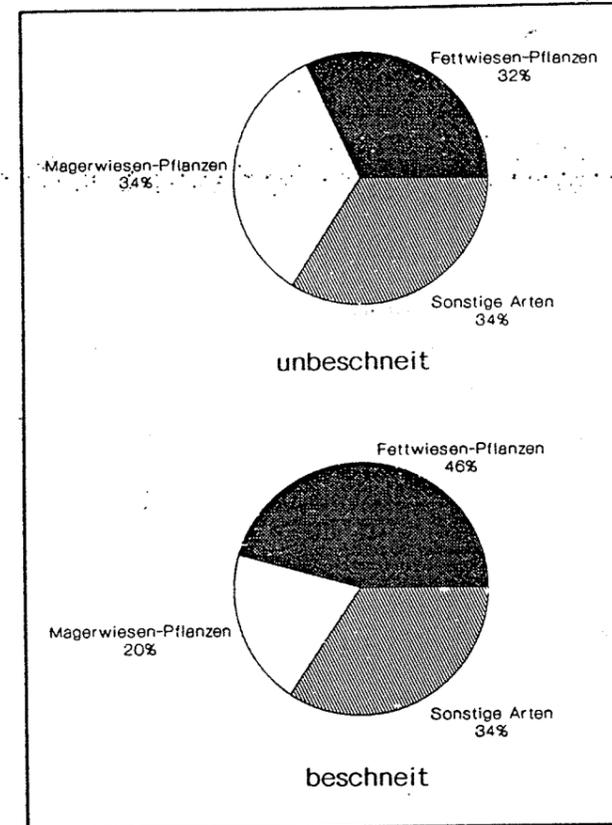
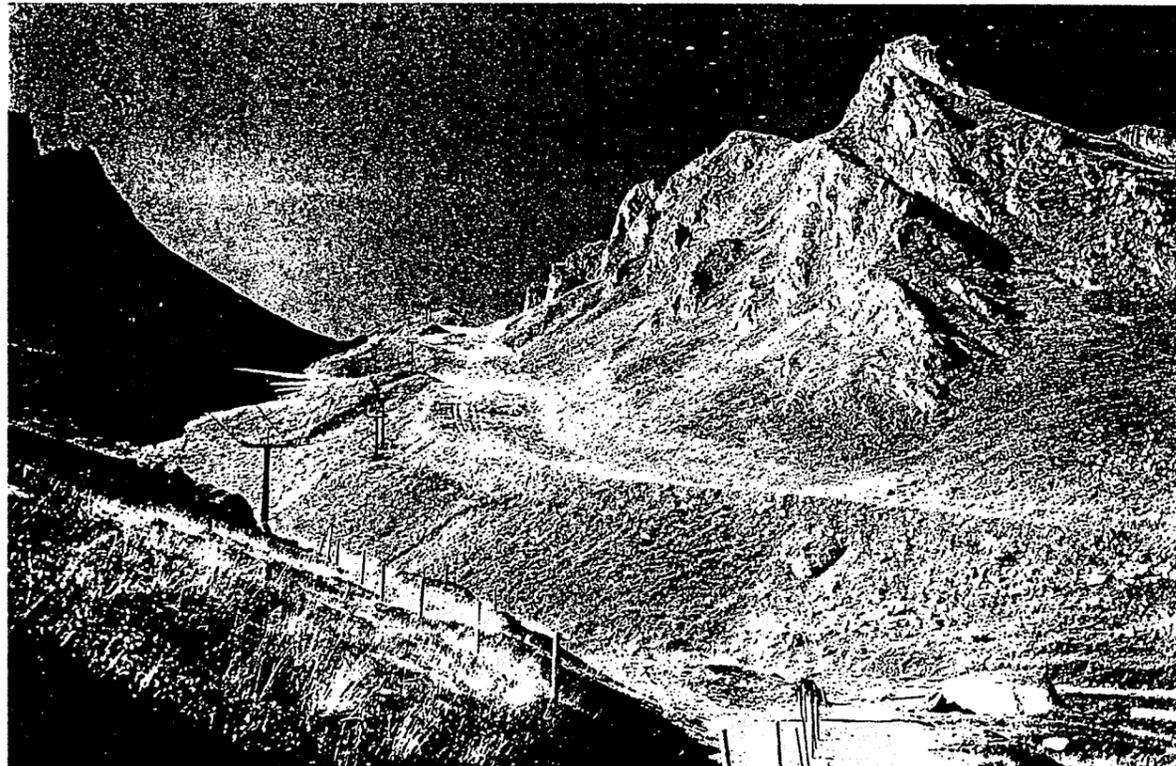


Vierstrahlige Druckluftkanone der
Beschneigungsanlage Savognin

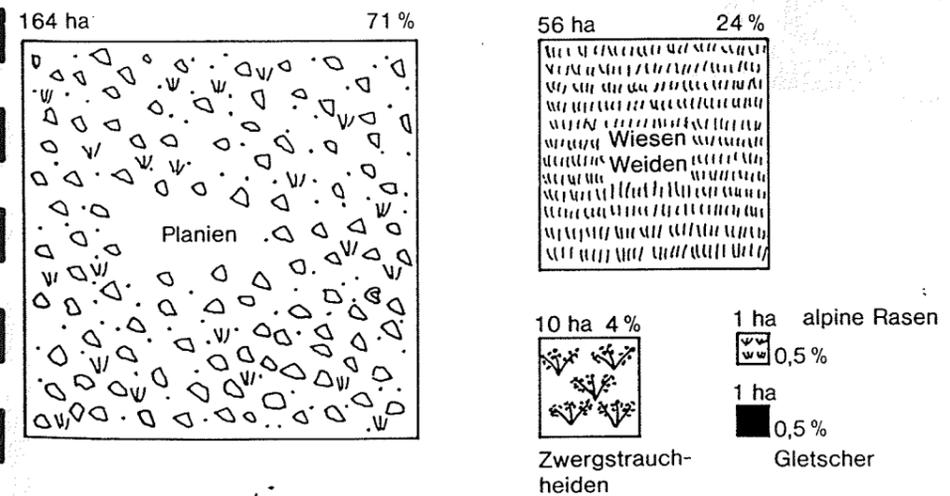


Propellerschneekanonen auf Schlitten (Beschneigungsan-
lage Veysonnaz)





Vergleich des Pflanzenbestandes beschnitener und unbeschnittener Flächen
(nach P.KAMMER 1989)



Anteile der Planien und verschiedener Vegetationstypen auf der gesamten beschnittenen Fläche



Abbildungen:

- S. 3 : Charikatur, LIEBERMANN.
- S.4, Abb.1 : DAV, Alpine Ausbildung.
- S.7, Abb.2 : Motor im Schnee 6/92, MOSIMANN (1991).
- S.8, Abb.3 : Motor im Schnee 6/92.
- S.9 : Charikatur, SCHRANK.
- S.12, Abb.4 : INTERNATIONALER ARBEITSKREIS SPORT- UND FREIZEITEINRICHTUNGEN E.V (???)
- S.14, Abb.5 : BÄTZING (1991).
- S.16, Abb.6 : MOSIMANN (1991).
- S.18 : Charikatur, Umweltschnippelbuch, AOL-Verlag..
- S.20, Abb.7 : MOSIMANN (1991)
- S.25, Abb.8 : MOSIMANN (1991)
- S.27 : Charikatur, SCHRANK.
- S.29 : Charikatur, Umweltschnippelbuch, AOL-Verlag.
- S.30 : Charikatur, SCHRANK.

Literaturverzeichnis

BÄTZING; W. (1991) : Die Alpen, 286 S., München

BICK, H. (1989): Ökologie, Grundlagen terrestrischer und aquatischer Ökosysteme
angewandte Aspekte, 327 S. Stuttgart - New York.

DEUTSCHER ALPENVEREIN E.V. (1989) : Alpine Ausbildung Eis, Fels, Ski - Praxis und
Theorie;

ELSTNER, E. F. (1989) : Einsatz von Bakterien bei der Kunstschnee-
Erzeugung, DAV-Naturschutzinfo 1989, S. 67-69, München.

INTERNATIONALE SEILBAHN

- RUNDSCHAU (1988) : Snowmax - Kodak antwortet (Interview),
Scheebroschüre II, S.4-9.

INTERNATIONALER ARBEITSKREIS

SPORT- UND FREIZEITINRICHTUNGEN E.V (???) : Wintersportanlagen, Teil 1, Köln.

KAMMER, P. (1989) : Auswirkungen von Schnee auf subalpine
Rasenv egetation, Lizentiatsarbeit (unveröffentl.) 180. S., Uni Bern.

KÜNSTLICHE BESCHNEIUNG (1990) : Dokumentation eines Fachgespräches am
Runden Tisch, Österr. Gesellschaft für Natur- und Umweltschutz, 105 S. Wien.

LANGE, M (1989) : Umweltsveräglichkeitsprüfung von
Kunstschneeanlgagen, Diplomarbeit (unveröffentl.), 104 S., LMU München.

MOSIMANN, T. (1991) : Beschneiungsanlagen in der Schweiz,
Geosynthesis H.2, Uni Bern.

MOTOR IM SCHNEE (1992) : Zur Geschichte der mechanischen Schnee-
Erzeugung, Heft 9/92, Abbildungen aus 6/92.

SCHÖNTHALER, K.E. (1980) : Probleme der Hochlagenbegrünung unter der
besonderen Berücksichtigung von Skipisten, einschließlich vorläufiger Ergebnisse,
Zeitschrift für Vegetationstechnik, H3, S. 38-42, Berlin.

UMWELTSCHNIPPELBUCH (1992) : Hrsg. Naturschutzjugend im Naturschutzbund
Deutschland, 160 S., Göttingen

Bibliothek des Deutschen Alpenvereins



049000590033