

VERWEHUNGSBAUTEN IM DIENSTE VON LAWINEN- VORBEUGUNG UND AUFFORSTUNG

Drift-damming Constructions in the Service of
Avalanche Control and Afforestation

Les constructions anti-congères au service de la
prévention d'avalanches et du reboisement

Сооружения против снежных заносов в целях предупреждения
лавиновых катастроф и защиты лесоразведения

von

J. BERNARD

EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Bis zur Jahrhundertwende wurden alle Schutzmaßnahmen gegen Lawinen nur auf Grund langjähriger Erfahrungen rein gefühlsmäßig ausgeführt, allgemein gültige Grundsätze für die Anlage von Lawinenverbauungen fehlten.

Überall in den von Lawinen bedrohten Gebieten der Schweiz - Frankreichs - Spaniens - Österreichs wurden die Abwehrmaßnahmen in Form von Verbauungen, Leitwerken dort wo möglich mittels Aufforstungen durchgeführt, wobei man wohl die Wirkung, nicht aber die Entstehung der Lawinen untersuchte. Jede Anbruchverbauung, jede Bautype war ein Versuch zur Sammlung der Erfahrungen im Streben nach Fortschritten. Eine systematische Forschungsarbeit fehlte jedoch.

Besonderes Verdienst um die erste systematische Klärung der Lawinenverbauungsprobleme gebührt dem schweizerischen Forstinspektor J. COAZ, der 1881 eine zusammenfassende Arbeit "Die Lawinen der Schweizer Alpen" schrieb. Ihm folgte im Jahre 1906 POLLAK, Inspektor der k. u. k. Eisenbahn, der im Buch "Über Lawinenverbau in Österreich" seine Erfahrungen niederlegte. In der Folge entwickelte sich ein reiches Schrifttum und Namen wie: BADER, BUCHER, FLAIG, HAEFELI, HESS, PAULCKE, SELIGMANN, SPRECHER, WELZENBACH, FANKHAUSER usw. sind jedem Schneeforscher bekannt.

Hatte sich PAULCKE noch sogenannter "Naturlaboratorien", an geeigneten Stellen errichtet, bedient, so setzte mit der Gründung des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung am Weißfluhjoch, sowie in späterer Folge des Lawindienstes Innsbruck, mit seiner Schneeforschungsstelle in der Wattener Lizum, die konsequente Erforschung auch der physikalischen und technischen Grundlagen ein.

Das Ergebnis war eine präzise Verbauungstechnik, sowohl im Abbruchgebiet als auch in der Bahn der Lawinen. Technische und wissenschaftliche Probleme bestehen daher auf diesem Gebiete kaum mehr. Diese Verbauungsmethoden weisen jedoch noch einen entscheidenden Schönheitsfehler auf: Die Kosten von rund 1 Million Schilling/je Hektar sind nämlich nur dort gerechtfertigt, wo größere Siedlungen oder wertvolle Objekte bedroht sind. Von den jährlich abgehenden über 2000 Lawinen in Tirol konnte bisher nur ein geringer Teil verbaut werden.

Die durch den Schnee bedingten Gefahren betrafen nicht nur die Gebirgsländer, auch in der Ebene hatte man damit zu kämpfen. Versuchten doch bereits seit 1870 die Eisenbahnverwaltungen von Österreich, Deutschland und Rußland den Verwehungen durch Schneestürme und der damit verbundenen Verkehrsstockungen Herr zu werden. Damals mußten oft mit tausenden von Arbeitern die Strecken freigeschaufelt werden. Um dieses Übel zu beseitigen, begann man mit der Errichtung windfangartiger Bauten. Die gesammelten Erfahrungen legte der Eisenbahndirektor SCHUBERT im Jahre 1903 in seiner Arbeit "Schutz der Eisenbahn gegen Schneeverwehungen" nieder. Dies waren praktisch die ersten Versuche mit Verwehungsbauten. Später wurden diese Erfahrungen auch im Straßenbau verwendet und haben im zweiten Weltkrieg an den Rollbahnen in Rußland und Skandinavien ihre Bewährungsprobe bestanden.

Systematische Untersuchungen an Schneezäunen wurden in den Wintern 1940/41 und 1941/42 von J. CROCE durchgeführt und zwar mit verschiedenartigen Zauntypen unterschiedlichen Füllungsgrades, unterschiedlicher Zaunhöhe und verschiedenartigen Baustoffen.

Bei allen diesen im Flachland durchgeführten Versuchen war die Menge des zurückgehaltenen Schnees ausschlaggebend, die Morphologie der Schneedecke wurde wenig beachtet. Daß aber die Hauptursache einer Lawinenbildung die durch den Wind hervorgerufene, ungleichmäßige Schneeverteilung im Gelände ist, hatte man schon frühzeitig erkannt. Darauf deuten die vielen Versuche hin, durch rein gefühlsmäßig angeordnete Windhindernisse Wächten zu verhindern. Sie waren teils erfolgreich, teils jedoch von Mißerfolgen begleitet. Hier fehlte die systematische Forschungsarbeit.

CAMPELL in der Schweiz und unabhängig davon die Forschungsstelle des Lawinendienstes Innsbruck begannen mit den ersten systematischen Untersuchungen über die Anwendungsmöglichkeiten von Verwehungsbauten auch im alpinen Gelände. Andere Institutionen, namentlich das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weißfluhjoch folgten, und viele Einzelversuche in der Praxis erbrachten inzwischen auch viel Neues zum Problem des Verwehungsbaues.

Als erste Vorbedingung für die Beurteilung der Wirkung solcher Bauten waren objektive Angaben über die Veränderungen der maßgebenden Eigenschaften des Schnees im und außerhalb des Wirkungsbereiches der Bauten zu erkunden, in weiterer Folge: welchen Einfluß haben die verschiedenen Arten von Windverbauungen mit unterschiedlichen Füllungsgraden auf die Form, Länge und Höhe der Schneeablagerungen und der Schneefestigkeiten? Wieweit kann die Homogenität der Schneedecke gestört und gleichzeitig eine partielle Verfestigung im Bereiche des Hindernisses erreicht werden? Durch welche Bauformen können auf Rücken und Kämmen die Schneehöhen in den leeseitigen Lawinenabbruchzonen verringert und Wächtenbildungen verhindert werden? Durch welche Bautypen werden Aufforstungen auf bewindeten Rücken und Kämmen ohne Kürzung der Vegetationszeit solange geschützt, bis der Schutz von den Pflanzen selbst übernommen werden kann?

Diese und zahlreiche während der Untersuchungen aufgetauchten Fragen mußten geklärt werden, ehe daraus ein gerundetes Ganzes entstehen konnte. Die über den Zeitraum von vier Wintern durchgeführten Vergleichsmessungen von Schneehöhen, Dichte und Festigkeitswerten der Schneedecke innerhalb und außerhalb des Wirkungsbereiches der Versuchsbauten ergaben nun tatsächlich eine Verminderung der Schneehöhen, eine Zunahme der Festigkeit und die Verhinderung der Wächtenbildung. Ab 1954/55 wurden in mehreren Abbruchgebieten Tirols, wo wegen der hohen Baukosten einer Stützverbauung eine solche nicht in Frage kam, jedoch Aufforstungsflächen zu schützen waren, verschiedene Verwehungsbauten aufgestellt. Damit sollten vorerst keine Lawinen verbaut werden, sondern in erster Linie ging es darum, die wirkungsvollste, aber auch preisgünstigste Bautype zu finden. Dies allein war der Hauptzweck von neun örtlich verschieden aufgestellten Versuchsverbauungen. Es stellte sich heraus, daß im Wirkungsbereich der Versuchsbauten keine Lawinen-

anbrüche erfolgten, hingegen außerhalb der Verbauungen dies aber mehrmals der Fall war.

In kurzer Folge soll nun zu den zur Erprobung aufgestellten Bauten mit allen ihren Vor- und Nachteilen Stellung genommen werden.

I. DIE VERWEHUNGSBAUTEN UND IHRE ANWENDUNG

A. Kolktafel

Aufgabe der Kolktafel: Aufspaltung bzw. Unterbrechung des Homogenitätsbereiches der Schneedecke in der Abbruchzone und Festigung derselben durch Bildung von Kolken.

Die Größe der Tafel richtet sich nach der Größe des Einzugsgebietes. Sie soll jedoch 5 Meter in der Höhe und der Breite nicht übersteigen. Von den sieben erprobten Tafelformen erwies sich die einfache Tafel ohne Bodenspalt als die wirtschaftlichste und auch wirkungsvollste. Drei bis vier Meter hohe und zwei bis vier Meter breite Tafeln, je nach dem Gelände bedingt, erbrachten die besten Kolkbildungen. Dabei ist stets darauf zu achten, daß die Tafeln noch 1 bis 1 1/2 Meter über die maximale Schneehöhe hinausragen und die Oberkanten hangparallel liegen. An extrem windausgesetzten Stellen empfiehlt es sich, den Füllungsgrad einer Tafel von 100 % bis auf 70 % herabzusetzen (Abb. 1).

Durch die Kolkbildung der Tafel im Abbruchgebiet wird eine Störung und Auflösung des Spannungsfeldes und eine Stabilisierung der Schneedecke durch einen hufeisenförmigen Verfestigungsring erreicht (Abb. 2). Der Radius dieses Ringes größerer Festigkeit liegt 8 bis 10 Meter von der Kolkmitte und beträgt der Festigkeitszuwachs 10 %. Oberhalb und seitlich der Kolktafel ist die Kriechbewegung dieselbe wie im unbeeinflussten Hang, nur in einem Bereich bis zu 12 Meter leeseits wurde eine Verringerung der Bewegung von 1:4 bis 1:6 festgestellt.

Kolktafeln sollen vor dem Abbruchrand aufgestellt werden und zwar so, daß sie mit ihrer Wirkung 15 bis 20 Meter in das Spannungsfeld des Abbruchgebietes hineinragen. Der Abstand von Tafel zu Tafel soll bei staffelartiger, der Seite nach zu versetzten Anordnung sowohl in der Fallinie als auch in der Schichtlinie in der Regel 8 bis 10 Meter betragen (Abb. 3). Unmittelbar am Geländeknick und etwas tiefer im Lee stehende Tafeln müssen quer zur Hauptwindrichtung errichtet und können abgespannt werden. Die tiefer im Lee stehenden sind nicht abzuspannen und sollen zum Schutz vor Schneedruck 10 bis 20 Grad aus der Fallinie abgedreht werden. Ein Bodenspalt ist nur bei Verhinderung von Wächten anzubringen.



Abb.1: Kolktafel mit etwa 70 % Füllung.

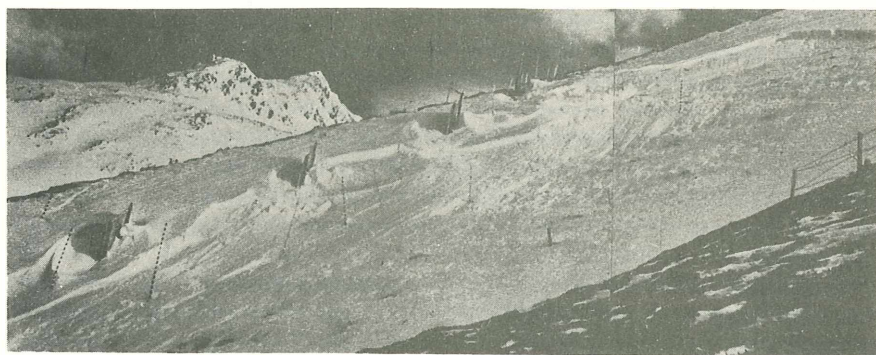


Abb.2: Kolkbildungen im Bereich von Kolktafeln. Rechts oben im Bild außerhalb des Wirkungsbereiches der Tafeln der Anbruch eines Schneebrettes. Etwa 20 m unterhalb der letzten Tafel scherte das Schneebrett wieder bis zum Kammrücken aus.



Abb. 3: Kolktafeln im Hang.

Derzeit werden weitere Beobachtungen an insgesamt 79 Kolktafeln gemacht, die in den verschiedensten Gebieten Tirols und in verschiedenem Gelände stehen

B. Schneezaun

Aufgabe des Schneezaunes: Verminderung der Schneehöhen in leeseitigen Lawinen-Abbruchzonen und Schutz von Aufforstungen.

Auf wenig geneigten, windgefügten Geländeteilen im Luv einschließlich der Scheitelzonen von Kämmen und Rücken wird Triebsschnee durch Schneezäune vorzeitig zur Ablagerung gebracht. Vorzeitig insofern, als diese Bereiche in der Regel den ganzen Winter über nahezu aper sind und nun eine Schneeeauflage erhalten: ein ungemein wichtiger Faktor bei Aufforstungen (Abb. 4). Der künstliche Schneezuwachs in Luv erbringt jedoch des weiteren einen Abgang im Lee. Und das ist im Scheitelabfall nach der windabgekehrten Seite die Zone der Wächtenbildung. Eine Verminderung der Schneemassen hier bedeutet aber auch eine Herabsetzung der Lawinengefahr.

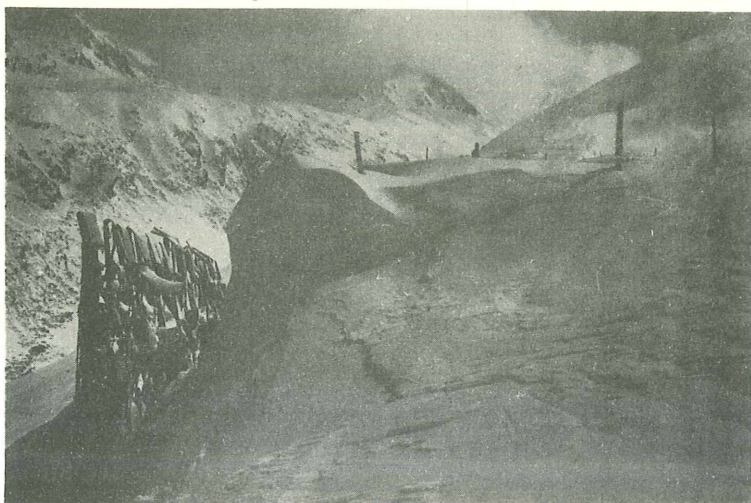


Abb. 4: Schneeablagerungen im Luv (links) u. Lee (rechts) eines Zaunes.

Maßgebend für die Ablagerungsform des Schnees im Bereich der Zäune ist deren Füllungsgrad. Der beste Füllungsgrad liegt zwischen 50 und 70 %. Ein größerer Füllungsgrad ergibt kurze und steile, ein kleinerer langgezogene und flache Ablagerungen (Abb. 5). Gegen die Hauptwindrichtung ansteigendes Gelände bewirkt eine Verkürzung und Verminderung, leicht fallendes Gelände eine Verlängerung und Erhöhung der Ablagerung.

Von 15 verschiedenen Zauntypen stellte sich heraus, daß ein Zaun von 2 - 3 m Höhe, 65 % Füllung und senkrechtem, wechselseitigen Anschlag der Bretter der empfehlenswerteste ist (Abb. 6). Das Verhältnis der Festigkeitszunahme des abgelagerten Schnees gegenüber der unbeeinflussten Schneedecke ist bei dieser Type 3:1. Die Zone höherer Festigkeit und damit auch späterer Ausaperung ist von 4 Meter bis 10 Meter leeseits des Zaunes. Auf Grund der bisherigen Versuche ergibt sich die Berechnung der mittleren Reichweite eines Schneezaunes (L) nach der Formel $L = \frac{5}{f} H$, wobei H die Zaunhöhe (von 1 - 4 Meter) und f den Füllungsgrad (von 40 - 100 %) bedeutet. Der Einfluß der Zaunhöhe, des Füllungsgrades, der Elastizität der Bauten auf die Ablagerungsform ist nur im Vorwinter oder in schneearmen Wintern deutlich erkennbar. Im Haupt- und Spätwinter erfolgt durch Triebsschneeperioden verschiedener Richtungen eine Sättigung der Zäune und damit ein Ausgleich der differenzierenden Merkmale.

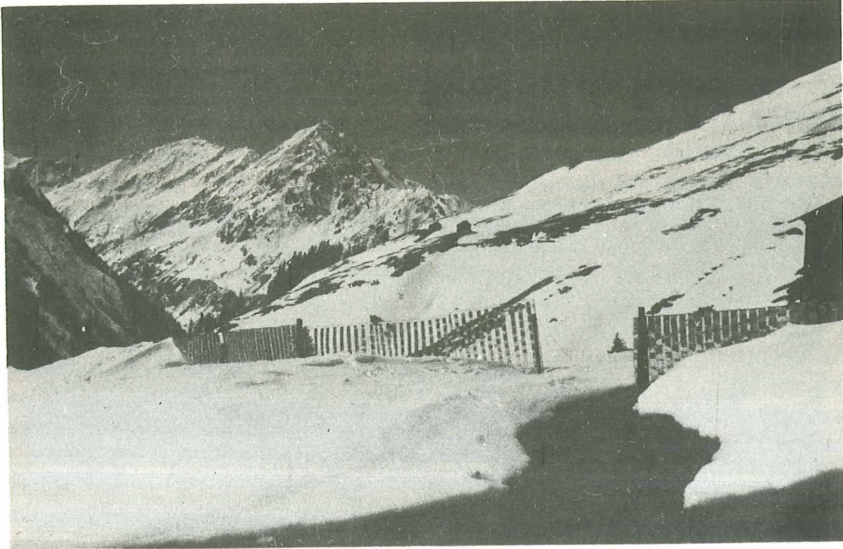


Abb. 5: Im Mittelgrund die langgezogene, fläche Ablagerung eines Zaunes mit kleinem Füllungsgrad, im Hintergrund (ganz links) die kurze, steile Schneeanhäufung hinter einem Zaun mit großem Füllungsgrad.

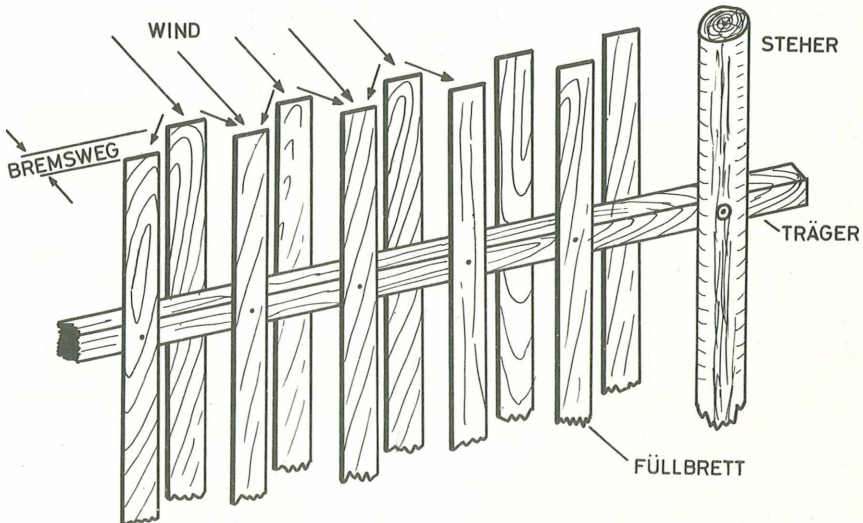


Abb. 6: Skizze des wechselseitigen, senkrechten Anschlages der Füllbretter.

C. Düse

Aufgabe der Düse: Als bestes Bauwerk zur Verhinderung von Wächten erwies sich die Düse.

Eine 4 x 4 Meter große Kolktafel wird leeseitig auf einem Querbalken befestigt, der zwei 1 - 1.30 Meter hohe Steher verbindet. Luvseitig geschieht dasselbe, aber auf zwei 2.70 - 3.50 Meter hohen Stehern. Diese sind gut abzuspannen. Die Aufstellung von Düsen erfolgt unmittelbar am Gefällsknick und zwar so, daß die Hälfte des Daches mit den kleinen Stehern im Steilstück, der Rest im flacheren Geländeteil zu stehen kommt. Am zweckentsprechendsten zeigten sich Düsen mit einer Dachneigung von 60° bis 65° , wodurch auch eine Schneeablagerung auf dem Dach verhindert wird. Die Düsenwirkung erstreckt sich auf einen 15 - 20 Meter langen und drei bis vier Meter breiten Streifen, welcher durch den Wind fast schneefrei gehalten ist (Abb.7).

Bei Verhinderung von in sich geschlossenen Wächtenkämmen hatten sich Düsen von 4 Meter Breite und gegenseitigen Abstand von 4 bis 6 Metern besser bewährt als eine einzige durchlaufende Düse. Ausschlaggebend hiefür waren Winde, die von der Hauptwindrichtung

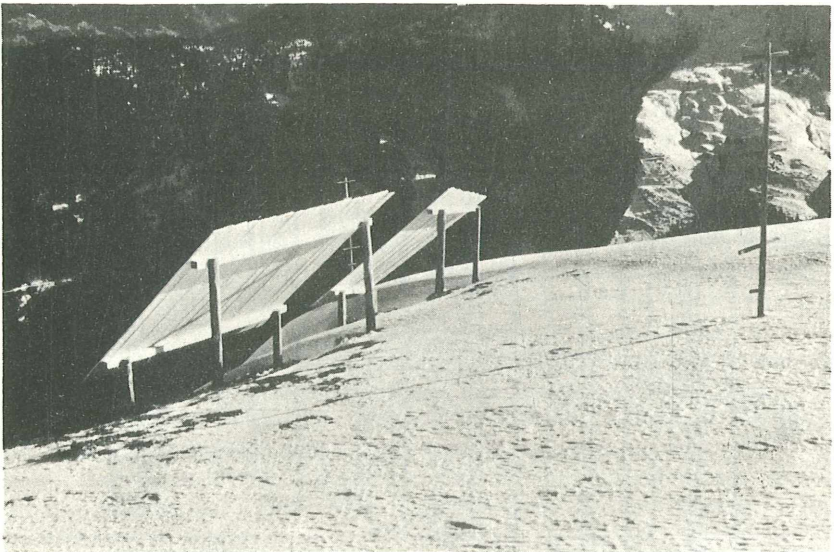


Abb.7: Schneefrei gehaltener Kammrücken, im Hintergrund Ansatz zur Wächtenbildung.

abwichen und durch seitliche Beeinflussung bei der durchlaufenden Düse eine ungünstige Schneeverteilung mit sich brachten. Düsen normalen Ausmaßes nebeneinander aufgestellt, erbringen hingegen in den Abstandsbereichen Schneerücken, die sich als Stützkeile und verlängerte Führungsgassen der Windbewegung entwickeln (Abb. 8).

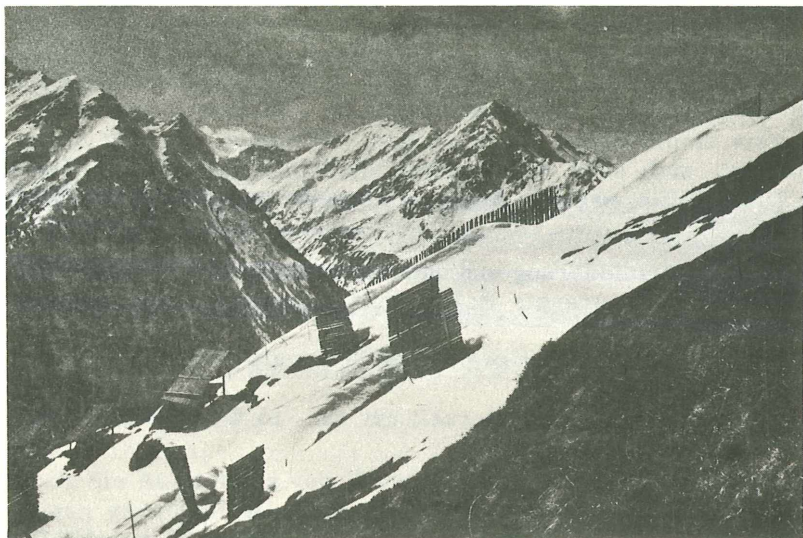


Abb. 8: Durch kombinierte Aufstellung von Verwehungsbauten erzwungene Schneeablagerung im lawinensicheren Gelände.

II. MATERIAL

Bei allen Versuchsbauten wurde als Material Fichtenholz verwendet. Als Steher für die Bauten bis zu 2 Meter Höhe wurden Rundhölzer mit einem Durchmesser von 12 bis 14 cm und für die höheren 15 bis 18 cm verwendet. Die Anschlagbalken für die Zäune bis zu 2 Meter Höhe waren 8 x 8 bei allen übrigen 10 x 10 cm starke Vierkanthölzer. Die Stärke der Füllbretter betrug 2 und 2.5 cm. Zum Abspannen und Abstützen der Schneezäune, Düsen und auch Kolktafeln wurden Rundhölzer mit einem Durchmesser von 10 cm und 6 mm starke Drahtseile und zur Befestigung der Querbalken und Stützen an den Stehern 10 mm starke Eisenschrauben bzw. Patentschrauben benutzt.

Die Abspannungen sollen möglichst gut fundiert sein. Bewährt hat sich die Versenkung von Rundhölzern in eine Tiefe von 0.8 bis 1 Meter. Um diese Rundhölzer wurde ein Drahtseil geschlungen, welches mit einem Ende herausragte. Daran konnten die Abspannseile von den Säulen mittels Abspannschlössern befestigt werden.

Der Baustoff für die Verwehungsbauten sollte möglichst preisgünstig, bei gleichzeitig hoher Lebensdauer sein. Bisher hat sich die Fichte als geeignet erweisen. Die Lebensdauer nicht imprägnierten Fichtenholzes wurde dabei mit 10 - 15 Jahren angenommen. Eingehende Versuche in der Schweiz ergaben durch Imprägnierung eine Erhöhung der Lebensdauer auf 25 - 30 Jahre. Leider ist damit eine empfindliche Preiserhöhung verbunden. Es war daher naheliegend, sich nach einem neuen Material umzusehen. Versuche mit Kunststoffen ergaben folgende Vorteile gegenüber der Holzbauweise:

- 1) Gewichtsverminderung und dadurch Senkung der Transportkosten.
- 2) Praktisch unbegrenzte Haltbarkeit gegenüber Witterungseinflüssen.
- 3) Die mechanische Festigkeit liegt höher als bei Holz gleicher Dimension.
- 4) Der Preis bewegt sich derzeit um 10 - 15 % unter den Holzpreisen.

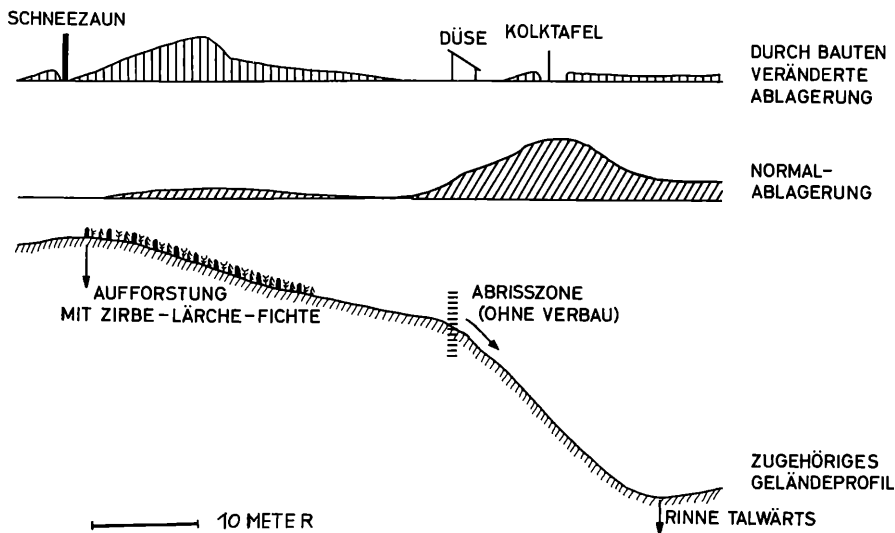


Abb. 9: Verschiedene Verwehungsbauten kombiniert aufgestellt, sind in ihrer Wirkung als wesentliche Bestandteile in der Lawenvorbeugung einzugliedern.

Praktische Versuche im Gelände laufen an und werden ohne Zweifel bemerkenswerte Ergebnisse liefern.

Aus dem bisher dargelegten ist ersichtlich, daß durch Verwehungsbauten sowohl Aufforstungen Schutz geboten wird als auch die Abbruchgefahr von Lawinen erheblich vermindert werden kann (Abb. 9). Mit mathematischem Formelgefüge allein ist dem Problem nicht beizukommen. Beobachtung, praktisches Einfühlungsvermögen und Naturverbundenheit sind auch weiterhin erforderlich, sollen Verwehungsbauten ihre Aufgabe im Rahmen der Lawinenvorbeugung erfüllen.

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Aufstellung von Verwehungsbauten können sowohl Aufforstungen geschützt als auch die Abbruchgefahr von Lawinen verhindert werden. Vierjährige Vergleichsmessungen in und außerhalb des Wirkungsbereiches der Bauten ergaben eine Zunahme der Schneefestigkeiten im Bereiche der Bauten, eine Verminderung der Schneehöhe in leeseitigen Abbruchhängen und die Verhinderung der Wächtenbildung.

Ab 1954/55 wurde versucht, durch neun örtlich verschieden aufgestellte Verwehungsbauten die wirkungsvollste, zugleich aber preisgünstigste Bautype herauszufinden.

Drei Typen ergaben die besten Ergebnisse. Es waren dies

- a) die Kolktafel: durch sie wird eine Störung und Auflösung der Spannung und eine Stabilisierung der Schneedecke durch einen hufeisenförmigen Verfestigungsring erreicht,
- b) der Schneezäun: er vermindert gefährliche Schneeanhäufungen in Lawinenabbruchsbereichen und verleiht Aufforstungen eine schützende Schneedecke,
- c) die Düse: sie ist das beste Bauwerk zur Verhinderung von Wächten.

Als Material wird nicht imprägniertes Fichtenholz verwendet. Wichtig sind Abspannungen und Verschraubungen gegen Winddruck. Versuche mit geeigneten Kunststoffen sind im Gange.

S U M M A R Y

The establishment of drift-damming constructions helps protect afforestation on the one hand and prevent the danger of avalanche loosening on the other hand. Four years of comparative measurements inside and outside the radius of action of these constructions revealed an increase of snow resistance within their radius, a decrease of snow-height on the leeward detachment slopes, and the prevention of snow-drift formation.

Since the aim has been to find out from among nine drift damming-constructions built up at different places the most effective and at the same time the most economical type.

Three types yielded the best results, viz.:

- a) The Gully-table: by it a disturbance and dissolution of tension and stabilization of snow-cover is obtained by a horse-shoe-shaped compacting ring.
- b) The Snow-fence: it reduces dangerous snow-accumulations in avalanche detachment zones and supplies afforestations with a protecting snow-cover.
- c) The Jet: it is the best construction to prevent snow-drifts.

The material used is non-impregnated spruce-timber. Important accessories are straightenings and screwings against wind-pressure. Experiments with appropriate plastics are under way.

RÉSUMÉ

L'établissement de constructions anticongères aide d'une part à protéger les reboisements, d'autre part à supprimer le danger du détachement d'avalanches. Des mesurages comparatifs effectués pendant quatre ans à l'intérieur et à l'extérieur du rayon d'action des constructions ont permis d'observer un accroissement de la résistance à la neige à portée des constructions, une diminution de l'épaisseur de neige sur les pentes de détachement sous le vent et l'empêchement de la formation de corniches de neige.

Depuis 1954/55 on essaye de trouver parmi neuf constructions anti-congères établies à des endroits différents celle qui est à la fois la plus efficace et en même temps la plus économique.

Trois types ont donné les meilleurs résultats. Ce sont:

- a) La table à tourbillon. C'est par elle qu'on obtient une perturbation et une dissolution de la tension ainsi qu'une stabilisation de la couche de neige au moyen d'un anneau de solidification en fer à cheval.
- b) L'écran paraneige. Il réduit les amas dangereux de neige dans les zones de détachement d'avalanche et pourvoit les reboisements d'une couche protectrice de neige.
- c) La tuyère. Elle est la meilleure construction pour empêcher la formation de corniches de neige.

Nous employons comme matériel du bois d'épicéa non imprégné. Ce qu'il y a d'important ce sont des étayages et des vissages pour parer à la pression du vent. Des essais avec des matières plastiques appropriées sont en cours.

РЕЗЮМЕ

Благодаря установке сооружений против заносов можно защищать как лесоразведения, так и предотвращать опасность обвала лавин. Сравнительные измерения в течение четырёх лет показали внутри радиуса действия сооружений и вне его увеличение крепости снега в сфере сооружений, уменьшение высоты снега на подветренных сторонах обвальных склонов и предотвращение оседания сугробов. С 1954/1955 года пробовали путём девяти сооружений против заносов, установленных в разных местах, найти самый эффективный и одновременно самый дешёвый тип сооружений. Три типа дали самые хорошие результаты. Это были:

- а) ветровой раскос (колктафель) благодаря ему достигается нарушение и прекращение напряжения и стабилизация снежного покрова при помощи подковообразного укрепляющего кольца,
- б) снегозадерживающий щит предотвращает опасные накопления снега в областях обвалов лавин и придает лесоразведениям защитный снежный покров,
- в) сопло это лучшее сооружение для предотвращения заносов.

Как материал употребляется неопитанное еловое дерево. Важны оттяжки и болтовые скрепления против давления ветра. Проводятся опыты с подходящими синтетическими материалами.

LITERATURVERZEICHNIS

- CAMPELL E. 1955: Treibschneewände oder Kolktafeln und ihre Anwendung in der Lawinenverbauung. Bündnerwald Nr. 5
- CROCE K. 1942: Meßversuche an Schneezäunen in den Wintern 1940/41 und 1941/42. Unveröffentlichter Bericht der Schneeforschungsstelle der Gen. Insp. f. d. Dtsch. Straßenwesen, C 1, November 1942
- HAMPEL R. 1958: Lawinenvorbeugung im Pitztal. Allg. Forstzeitung 69, 12 - 13
- HASSENTEUFEL W. 1957: Die bisherige Tätigkeit des Lawinendienstes. Fachliche Vereinszeitschrift der Diplom-Ingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs. Heft 7, S. 70 - 76, Mai 1957

Anschrift des Verfassers:

J. Bernard
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Außenstelle für subalpine Wald-
forschung

Rennweg 1
Innsbruck