

I N T E R N A T I O N A L E S S E M I N A R
G E B I R G S W A L D U N D L A W I N E N *

W. Frey, H. in der Gant, J. Rychetnik

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung
Weissfluhjoch/Davos
Schweiz

In der Abteilung I, forstliche Umwelt und Waldbau, des internationalen Verbandes forstlicher Forschungsanstalten (IUFRO) befasst sich eine Arbeitsgruppe mit den Wechselwirkungen zwischen Schnee, Lawinen und Vegetation, Wald. Diese Arbeitsgruppe veranstaltete vom 25. bis 28. September 1978 in Davos ein Seminar zum Thema "Gebirgswald und Lawinen".

Der geschlossene, ungleichaltrige, bis ins Lawinenanbruchgebiet hinaufreichende Gebirgswald gilt allgemein zu Recht als wirksamer und wirtschaftlicher, natürlicher Lawinenschutz. Vor allem die unter anderem auf unzureichende Pflege zurückzuführende Verlichtung der Gebirgswälder stellt heute vielerorts diese wichtige Schutzfunktion in Frage. Ohne Gegenmassnahmen führt die zunehmende Verlichtung zur ernst zu nehmenden Bedrohung und schliesslich zur Zerstörung von Wäldern durch in der Waldzone anbrechende Lawinen. Das Seminar bezweckte deshalb, Mitarbeiter der IUFRO-Arbeitsgruppen "Schnee und Lawinen" (Vorsitzender Ing. H. in der Gant) und "Gebirgswaldbau" (Vorsitzender Doz. Dr. E. Ott) zusammenzuführen, um die Probleme von Schnee und Lawinen in Beziehung zum Waldbau und Gebirgswald zu erörtern.

Das unter dem Patronat von Dr. M. de Coulon, Direktor des Bundesamtes für Forstwesen, durchgeführte und durch das

Nachdruck aus: Schweiz.Z.Forstw.(1979)4.

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (EISLF) organisierte Seminar vereinigte 32 Teilnehmer aus 9 Ländern. Zu den sechs programmatischen Themenkreisen wurden 8 eingeladene und 14 angemeldete Referate gehalten.

Nach der Eröffnung des Seminars durch Dr. M. de Coulon gab Prof. Dr. H. Leibundgut eine Einführung in die Problematik des Lawinenschutzwaldes. Aus diesem Beitrag sei die Feststellung hervorgehoben, dass sich "ein grosser Teil unserer Lawinenschutzwälder in der gefährdeten Altersphase befindet", die durch einen zur Verlichtung und schliesslich zum Zerfall führenden Auflösungsprozess gekennzeichnet ist. Alters- und Zerfallsphase führen zu Waldstrukturen, die gegen die Lawinenbildung immer unwirksamer werden. In den Folgerungen wurde deshalb unter anderem betont, dass "der Lawinenschutzwald ganz ungeachtet, ob er einen direkten wirtschaftlichen Ertrag abzuwerfen vermag, einer zielgerichteten, fortwährenden Pflege bedarf". Abschliessend wurde der Hoffnung Ausdruck gegeben, dass das Seminar neben waldbaulichen auch die forstpolitischen Auswirkungen zeitigen möge.

Im folgenden wird eine knappe Uebersicht über die Beiträge zu den Themenkreisen gegeben.

1. SCHNEEDECKE IM WALD

Dr. H. Keller: Die Qualität und die Quantität der im Walde abgelagerten Schneedecke werden ausser durch meteorologische Faktoren durch die Interzeption in den Baumkronen bestimmt. Die Interzeption des Waldbestandes kann durch die Änderung der Bestandesstruktur und Textur beeinflusst werden. Solche Struktur- und Texturveränderungen wurden bisher sehr oft vorgenommen, um den Schmelzwasserabfluss aus der Waldzone zu regulieren, viel seltener dagegen zur Verhinderung der Lawinenbildung. Hierzu ist die Erarbeitung weiterer wissenschaftlicher Grundlagen erforderlich. Dr. H.M. Brechtel: Im Vergleich zum Freiland ist die Akkumulation von Schnee in den Fichtenwäldern von Hessen (Höhenlage 400 m bis 600 m) reduziert. Diese Differenz vermindert sich oft mit zunehmender Höhenlage. Maximale und mittlere Ablationsraten sind in Fichtenbeständen bedeutend kleiner als im Freiland. Ing. C. Charlier: Hemisphärische Fotoaufnahmen der Kronenschicht vom Boden her ermöglichen, einige Bestandesparameter zu bestimmen. Eine gute Beziehung zwischen diesen Parametern und dem abgelagerten Schnee (Höhe, Wasserwert) konnte während dreier Winter festgestellt werden. Ing. Th. Strobel: Aus Schneinterzeptionsmessungen in einem mehrstufigen und einem einstufigen Fichtenbestand (1400 m), ergänzt durch Messungen der wichtigsten meteorologischen Faktoren, wurde ein Modell

für die Berechnung aktueller Schneedecken-Wasserwerte über ein ganzes Einzugsgebiet entwickelt. Berechnete und effektive Abflusswerte ergeben gute Uebereinstimmung. Ing. J. Rychetnik berichtet über einige Methoden der optischen und photogrammetrischen Schneehöhenmessung sowie über wiederholte Kartierungen von Lawinen und Ausaperungszuständen mit Hilfe der Fotografie in einem Aufforstungsgebiet (10 ha).

Ing. H. in der Gant: Die Schneedecke in Waldbeständen (Fichte, Lärche, Arve) unterscheidet sich gegenüber jener im Freiland durch Unregelmässigkeit der Ablagerung, die grössere Dichte und Gefügefesteitigkeit durch die Metamorphose und Heterogenität der Schichten. Die Differenzierung ist um so grösser, je geschlossener ein Waldbestand ist.

2. E I N F L U S S D E R S C H N E E D E C K E A U F D I E L E B E N S P R O Z E S S E V O N F O R S T P F L A N Z E N

Prof. Dr. W. Tranquillini: Junge Forstpflanzen (Arve) finden unter einer Schneedecke von 50 cm kein Licht mehr, das ihnen eine Photosynthese gestattet. Durch die Atmung verlieren diese Pflanzen an der Waldgrenze 7% der während der Aperzeit aufgenommenen CO_2 -Menge, entsprechend 18% ihres Körpergewichtes. Die Schneebedeckungsdauer begrenzt somit den Pflanzenzuwachs, welcher dementsprechend mit steigender Meereshöhe abnimmt. Dr. T. Kurkela: Auf einem drainierten Torfboden in Mittelfinnland mit Kalium- und Phosphormangel konnte durch Düngung mit diesen Elementen (K_2O , P_2O_5) die Gefährdung junger Föhren-Saatpflanzen (*Pinus silvestris* L.) durch Frosttrocknis gemildert werden. Dr. R. Stern berichtet über eine 10- bis 15jährige Aufforstung (Lärche, Arve, Fichte) auf einem windexponierten Sonnenhang (1700 m bis 2100 m) im Tirol. Durch technische und biologische Massnahmen ist es gelungen, die Schneeablagerungen derart zu beeinflussen, dass für die Aufforstung der Schutz durch die Schneedecke gewährleistet wurde (Verhinderung der Entblössung der Rippen, Umlagerung und Ausgleich der Schneekumulation bei Wächten, um die Schneebedeckungsdauer zu optimieren).

3. S C H N E E K R A E F T E U N D A U S W I R K U N G E N A U F F O R S T P F L A N Z E N

Dr. B. Salm: Zwei Arten von Schneekräften wirken auf die Pflanzen im Gebirge; die einen entstehen durch schnelle Schneebewegungen von Lawinen, die anderen durch langsame Bewegungen

der natürlichen, ungestörten Schneedecke (Gleiten, Kriechen). Das Kriechen wird durch Deformation im Eisskelett verursacht. Gleiten ist dagegen eine Bewegung in der bodennahen Schneeschicht. Schneekräfte entstehen, wenn diese Bewegungen durch mehr oder weniger starre Hindernisse lokal gebremst werden. Ein Gleitschneeschutz wird durch Erhöhung der Bodenoberflächenrauhigkeit um so mehr gewährleistet, je kürzer die Wellenlänge der als Sinuswelle angenommenen Rauhigkeit ist (z.B. Bermenabstände). Die Amplitude dieser Welle (z.B. Bermenbreite) ist von minderer Bedeutung. Zur Stabilisierung der Schneedecke durch den Waldbestand muss die Bestandesdichte um so höher sein, je steiler der Hang, je kleiner der Stamm durchmesser der Bäume, je grösser die Mächtigkeit der Schneedecke und je grösser das Schneegleiten ist. Als erforderliche Bestandesdichte werden für den schweizerischen Gebirgswald für Hangneigungen von 40° bzw. 30° 1000 bzw. 500 Bäume pro Hektare angegeben. Ing. W. Frey: Lärchenjungwuchs an einem Gleitschneehang (1800 m) wird von den statischen Schneekräften stark beansprucht. Bis zu einer Baumhöhe von etwa 100 cm werden die Lärchen vor allem hangabwärts gebogen, während sie bei Baumhöhen zwischen 150 cm und 450 cm zunehmend Stammbrüchen ausgesetzt sind. Dr. R. Wakabayashi: Unter der Einwirkung des Gleitens und der Setzung einer 4 m bis 5 m hohen Schneedecke werden die Nadelbaumbestände in Japan so modifiziert, dass sie die mechanischen Beanspruchungen besser ertragen können. Abgelegte Stämme übernehmen die Rolle starker Stützwurzeln, und auf diesen entwickeln sich Aeste als Stämme weiter. Ing. A. Lessel: Ausgedehnte Schneebrüche in Kieferbeständen des Pfälzer Waldes in den Jahren 1968 und 1975 haben zu statistischen Erhebungen Anlass gegeben, welche ermöglichen sollen, die Schadenursachen zu analysieren und wirksamere waldbauliche Gegenmassnahmen zu treffen.

4. W E C H S E L W I R K U N G E N Z W I S C H E N L A W I N E N U N D W A L D B E S T A N D

Prof. Dr. M. de Quervain: In Waldbeständen entstehen häufiger Lockerschnee- als Schneebrettlawinen. Dies ist auf die Abstützung der Schneedecke durch den Waldbestand zurückzuführen. Lichtungen im Lawinenschutzwald sollten in der Falllinie nicht viel grösser sein als die zulässigen Abstände der Werke im Lawinenverbau (15 m bis 30 m, je nach Hangneigung). In Waldbeständen angebrochene Fliesslawinen üben in der Regel auf die Bäume grössere Drücke aus als die schnelleren Staublawinen (geringere Schneedichte), wobei die letzteren höher über dem Boden auf den Baum auftreffen. Immergrüne Bäume sind deshalb im Nachteil gegenüber winterkahlen. Neben dem Druck

ist die Wiederkehrperiode solcher Lawinen ein wichtiger Faktor für die Zerstörung des Waldes. Wälder, die von Lawinen aus Zonen oberhalb der Waldgrenze getroffen werden, haben auf die Dauer keine Überlebenschance. In diesem Fall darf mit einer Schutzfunktion des Waldes nicht gerechnet werden.

Dr. P. Föhn: Die Wiederkehrperiode von waldtangierenden Lawinen kann über die Zweckmässigkeit einer Aufforstung entscheiden. Mit Hilfe der Frequenzanalyse können solche Entscheide getroffen werden. Auch indirekte Lawinenhinweise, wie Pflanzengesellschaften in Lawinenzügen oder Dendrochronologie, lassen auf die Frequenz oder Wiederkehrperiode schliessen. Dr. R. Wakabayashi: Die Rauhigkeit eines 34° geneigten Hanges in Nordjapan wurde durch Einbau von Holzgittern (2 m Abstand der Hölzer in der Falllinie, 4 m lange Balken) auf die Bodenoberfläche erhöht. Mit dieser Massnahme gelang es, die Bildung von Bodenlawinen seit dem Winter 1968/69 zu verhindern. Die Aufforstung soll mit der Zeit die Funktion dieser Massnahme übernehmen. Ing. P. Mullenbach: Im trockenen, kontinentalen Klima der Französischen Westalpen werden Probleme der Aufforstung studiert. An Vergleichsaufforstungen wurden geeignete Pflanzenarten, Provenienzen sowie die Methodik der Aufforstung getestet.

5. LAWINENSCHUTZWALD ALS OEKOSYSTEM

Prof. Dr. H. Mayer: Um die Nachhaltigkeit des Oekosystems "Lawinenschutzwald" zu gewährleisten, sollen die waldbaulichen Massnahmen darin bestehen, die schutztechnisch stabilen Entwicklungsphasen möglichst lange zu konservieren und diese im gesamten Schutzwald kleinflächiger verteilt zu erhalten.

Bei der Verjüngung ist eine plenterartige Regenerationsphase anzustreben. Als Betriebsart würde sich für den Lärchen-Zirbenwald ein gruppen- bis horstweiser Femelschlagbetrieb eignen; er erlaubt eine nachhaltige Erhaltung der Lärche und führt zu ungleichaltrigen, kleinflächigen, gemischten und differenzierten Bestandesstrukturen. Voraussetzungen sind allerdings die notwendige Infrastruktur, ausreichendes Betriebspersonal und Lösung der Wildfrage. Doz. Dr. St. Korpel: In der Slowakei befinden sich etwa 3800 ha Wald in der Lawinenanbruchzone. Diese Wälder, allgemein über 1200 m ü.M. gelegen, gehören überwiegend dem Sorbo-Piceetum an. Als Hauptbaumart ist die Fichte mit über 80% in den Beständen vertreten. Der Entwicklungszyklus dieser Wälder beträgt 300-350 Jahre in den Höhenlagen von 1200-1300 m ü.M. Von dieser Zone aus nach oben und nach unten verkürzt sich dieser Zyklus. Wegen der Möglichkeit der Lawinenbildung wird ein gruppen- bis horstweiser Femelschlagbetrieb praktiziert.

6. Z U S T A N D D E R G E B I R G S W A E L D E R U N D L A W I N E N S C H U T Z F U N K T I O N W A L D B A U L I C H E M A S S N A H M E N

Doz. Dr. E. Ott: In lawinenanrissgefährdeten Hanglagen sind hinreichend dicht bestockte, nachhaltig stufige, kleinflächig ungleichaltrige Gebirgswaldbestände anzustreben. Der aktuelle Zustand der schweizerischen Gebirgswälder (oberhalb 1550 m ü.M.) entspricht wegen der Auswirkungen von Beweidung, Wildschäden und unzureichender Pflege diesen Anforderungen grösstenteils nicht, was durch katastrophenbedingte Zwangsnutzungen immer wieder dokumentiert wird. Waldbesitzer und Forstdienst sind heute trotz grösster Anstrengungen nicht imstande, die notwendige Intensivierung der Gebirgswaldflege allein aus eigener Kraft zu gewährleisten. Die Probleme der Waldflege, der Walderschliessung, des Schutzes gegen Wildschäden und Weide müssen an die Öffentlichkeit getragen werden, damit die unumgänglichen Beiträge der öffentlichen Hand künftig nicht nur beim technischen, sondern auch beim biologischen Lawinenschutz geleistet werden können.

Dr. G. Fiebiger: In drei Waldlawinengebieten im Bereich der nordöstlichen Randalpen Österreichs wurden vergleichende Untersuchungen über die Waldbestände und deren Schnee- und Lawinenverhältnisse durchgeführt (Standortbeschreibung, Bestandesstrukturanalysen, Waldtexturkartierungen, Beurteilung der Eignung der Baumarten, Schnee- und Lawinenuntersuchungen, Ausaperungskartierungen). Anhand dieser Grundlagen konnten technische und waldbauliche Massnahmen vorgeschlagen werden, welche die Lawinenaktivität dieser Gebiete unterbinden sollen.

Z U S A M M E N F A S S E N D E F O L G E R U N G E N U N D E M P F E H L U N G E N

Prof. Dr. F. Fischer: Mit dem Seminar "Gebirgswald und Lawinen" wurde versucht, zwei verschiedene Systeme zusammenzubringen. Das System Schnee lässt sich physikalisch betrachten; seine Parameter sind im metrischen System messbar. Im System Wald verbinden sich Bäume mit grosser Variabilität an Dimension, Form, Mischungsgrad mit anderen Pflanzen, Tierarten, Makro- und Mikroorganismen. Das System Wald ändert sich dauernd zeitlich und räumlich, wodurch auch Art, Intensität, Gewicht und Wichtigkeit der Beziehungen geändert werden. Dementsprechend sind die Messmethoden viel umständlicher und ver-

schieden von jenen der Schneeforschung. Es ist dringend, Wege zu finden, die dem Wissenschaftler erlauben, innerhalb genügend genauer Grenzen nicht nur den Schnee, sondern auch den Wald zu charakterisieren. Als Ziel wäre anzustreben, einige Standardmodelle des Lawinenschutzwaldes auszuarbeiten, welche als waldbauliche Leitbilder gelten könnten.

Die Verbesserung der Gebirgsbiosphäre für den Menschen in dem Sinne, dass er sich dort wohlfühlt und seiner Tätigkeit unbesorgt nachgehen kann, ist nur ein Problemkreis des ganzen Komplexes, wozu die Forschung ihren Anteil beitragen muss. Ein anderer Problemkreis des Komplexes ist die Verbesserung der ökonomischen Bedingungen der Gebirgsforstwirtschaft, welche zurzeit mehr als prekär sind. Im Gegensatz zur Agrarwirtschaft (bezogen auf die Schweiz) geniessen forstliche Produkte keine Unterstützung, obwohl auch die Holzpreise durch den Weltmarkt, das heisst überwiegend politisch bestimmt werden. Gäbe es in diesem Problemkreis nicht ein Wirkungsfeld für den Wissenschaftler? Das eingangs erwähnte Ziel des Seminars wurde erreicht, was auch die regen Diskussionen zu den einzelnen Vorträgen bezeugten.

Die Vorträge samt Diskussionsbeiträgen sollen im Laufe des Jahres 1979 publiziert werden.)*

E X K U R S I O N E N

Die sechs Seminarsitzungen wurden aufgelockert durch zwei halbtägige Exkursionen und ergänzt durch eine zweitägige Nachexkursion.

Am Nachmittag des 26. Septembers fand zunächst ein Besuch des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung auf Weissfluhjoch (2660 m ü.M.) statt. Das kürzlich erweiterte Institut bietet zusammen mit dem Zweigbüro in Davos Dorf den etwa 35 Mitarbeitern die infrastrukturelle Basis, damit die vielfältigen Probleme von Schnee und Lawinen in Forschung und Beratung der Praxis bearbeitet werden können. Auf der anschliessenden Exkursion nach Davos orientierte Kreisförster B. Teufen über die Lawinen- und Verbauungsprobleme der Landschaft Davos sowie über die Probleme der Waldpflege in einem Touristengebiet mit überwiegend Privatwald. Abschliessend bemerkte Prof. H. Mayer, dass die baulichen Schutzmassnahmen im Exkursionsgebiet auf eindrückliche Weise realisiert seien, die zu geringen Anstrengungen zur Wald-

)* erhältlich bei EISLF, Zweigbüro Flüelastr. 9,
CH-7260 Davos-Dorf

pflege dagegen die Schutzwalderhaltung in Zukunft als nicht gesichert erscheinen liessen.

Nach einem Wetterumschlag mit Schneefall bis in die Täler lagen bot die Exkursion ins *Verbau- und Aufforstungsgebiet Stillberg* vom 28. September den Teilnehmern hautnahen Kontakt mit dem rauen Gebirgsklima. Durch Mitarbeiter des Institutes für Schnee- und Lawinenforschung sowie der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen wurden ökologische, biologische, physiologische und technische Gesichtspunkte zur Testaufforstung (je 30 000 Arven, aufrechte Bergföhren, Lärchen) und zur in zwei Varianten eingebauten temporären Stützverbauung dargestellt.

Die *Nachexkursion* vom 29./30. September führte in Lawinenverbau-, Aufforstungs- und Schutzwaldgebiete des Prättigaus und des Bündner Oberlandes. Zunächst wurden unter der kundigen Leitung von alt Kreisförster *A. Grämiger* und von Dr. *W. Trepp* das Lawinen- und Aufforstungsgebiet *Kühnihorn* und der Plenterwald *Teifwald* bei St. Antönien (Prättigau) besucht. Am Kühnihorn wird im Schutz einer permanenten Lawinenverbauung von über 12 km Werklänge der bestehende Schutzwald (8 ha) mit einer Aufforstungsfläche von 71 ha (davon bereits aufgeforstet 44 ha) zu einem durchgehenden Schutzwaldgürtel ergänzt. Das Hauptproblem bildet der zu grosse Abstand zwischen dem unteren Rand der Verbauung und dem oberen Rand des Schutzwaldes bzw. der Aufforstungsfläche. Im extremen Gleitschneegebiet *Schlüecht* wurde die Aufforstung auf etwa 1 m breiten Bermen ausgeführt. Von den gepflanzten Baumarten (Fichten, Bergföhren, Arven und Lärchen) ist nur die Fichte in grösserem Ausmass standortsheimisch, während sich insbesondere für Lärche geeignete Provenienzen nur schwer finden lassen. In der Diskussion wurde auf das Problem der in der Vegetationsperiode überhöhten Wildbestände hingewiesen. Am Kühnihorn bietet die sehr dichte Pflanzung genügend Aesungs- und Einstandsmöglichkeiten bei guten Entwicklungschancen für die ungeschädigten Pflanzen. Im seit Jahrhunderten plenterartig bewirtschafteten *Teifwald* konnten sehr schöne Verjüngungs- und Waldbilder besichtigt werden. In diesem subalpinen Heidelbeer-Fichtenwald (Hangneigung im Mittel 13°, Exposition NW) kommt die Verjüngung vor allem auf und um die Stöcke alter Nutzungen herum prächtig auf. Diese Trupps werden langsam freigestellt und erweitert. Der Wald liefert bei hohen Vorräten gesundes, qualitativ hochstehendes Holz. Der Teifwald zeigt somit die Möglichkeiten einer Plenterbewirtschaftung mit nur einer Baumart nämlich der Fichte, auf. Nach einer von Dr. *W. Trepp* kommentierten Fahrt durch das Prättigau und das Bündner Oberland wurden die Exkursionsteilnehmer in *Disentis* von Gemeindepräsident Dr. *D. Columberg* und Kreisförster *A. Sialm* sehr herzlich empfangen und am Abend über die Gemeinde Disentis ins Bild gesetzt. Weiter orientierte Pater *Ambros Widmer* über das Eingehen von Wald, Forstwirtschaft und Lawinen in romanische Flurnamen um Disentis. Der 30. September begann mit einer Fahrt in die *Val Medel*, einem südlichen Seitental des Bündner Oberlandes.

Dieses Tal wurde wiederholt von schweren Schadenlawinen heimgesucht, letztmals im April 1975, als eine Lawine eine ganze Siedlung, den Weiler Acla, zerstörte. Für die Bewohner von Acla wurden im benachbarten Fuorns neue Heimstätten geschaffen, da eine Verbauung im ausgedehnten Anrissgebiet schwierig zu realisieren und sehr kostspielig gewesen wäre. Bei der Fahrt talauswärts konnten verschiedene Massnahmen des Objektschutzes, wie Lawinengalerien, Ablenkmauern und Brems-höcker besichtigt werden. Den Abschluss in der Behandlung der Lawinenprobleme der Val Medel bildete die Exkursion in den Lawinenschutzwald *Vaul da Curaglia* und zum Lawinenverbau- und Aufforstungsgebiet *Crap Stagias*. Im Wald von Curaglia (ziemlich gleichförmiger subalpiner Heidelbeer-Fichtenwald) zeigte Dr. W. Trepp am Beispiel eines von ihm ausgezeichneten Hiebes (Ziel: Einleitung der Verjüngung im Hinblick auf den Aufbau einer Plenterstruktur) die Möglichkeiten der wald- baulichen Behandlung von Lawinenschutzwäldern auf. Als wesentliche Punkte wurden dabei herausgeschält, dass diese Plenter- durchforstungen schon etwa in der Mitte der Umtriebszeit ein- setzen müssen und dass die Behandlung vor allem in Rippenlagen, auf verjüngungsbereiten Standorten zerstreut beginnend, nach und nach auch die Muldenlagen erfassen soll. Auf diese Weise kann weitgehend auf Pflanzung verzichtet und die Bil- dung gröserer, lawinenanbruchgefährdeter Jungwuchsflächen vermieden werden. Kreisförster A. Sialm zeigte die unmittelbar nach der Lawinenkatastrophe 1975 getroffenen Massnahmen zur Wiederherstellung der Waldungen von Curaglia. Verlichtete Lawinenzüge mit Anbruchzonen im und unmittelbar über dem bestehenden Wald wurden mit temporären Stützverbauungen saniert und bepflanzt. Das Verbau- und Aufforstungsprojekt *Crap Stagias* zum Schutze von Siedlungen, Strassen und Wald ergab ein wei- teres Beispiel der umfassenden Problematik solcher Arbeiten (politische, forstpolitische, finanzielle, technische, wald- bauliche und biologische Fragen).

Den Abschluss der zweitägigen Schlussexkursion bildete eine Orientierung über die Lawinenprobleme der Gemeinde *Trun* im Bündner Oberland durch Kreisförster Dr. H. Klöti. Die beiden grossen Lawinenanrissgebiete oberhalb Trun (Munt und Cavistrau) sind, bzw. werden weiter permanent verbaut und durch Aufforstun- gen in der Waldzone ergänzt. Nicht verbaubare Lawinenzüge aus den Gebieten Munt und Cavistrau münden in die Val Punteglia. Im unteren Teil dieses Tales wurde mit einem Lawinenauffang- damm (Retentionraum 360 000 m³, Länge 265 m, Höhe 25 m) und bergseits davon errichteten Bremshöckern das wohl grösste forstliche Einzelbauwerk Europas realisiert.

A B S T R A C T

The International Seminar on Mountain Forests and Avalanches, which was organized by the IUFRO Working Party of Snow and Avalanches in conjunction with the Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research was held in Davos, September 25-28, 1978.

32 participants from 9 countries discussed the interactions among snow, avalanches and mountain forests. The seminar consisted of a preface, an introduction and 21 lectures on six main topics:

- Snow cover in forest sites
- The influence of the snow cover on forest plants
- Snow forces on forest plants
- Avalanches with respect to mountain forests
- The ecosystem of mountain forests with regard to avalanche protection
- The state of the mountain forest, avalanche protection and silvicultural measures.

Conclusions and suggestions that had been derived from the previous lectures were discussed at the end of the Seminar.

Two half day excursions and a final two days study tour in the forests of Canton Grison helped to enlarge and illustrate the main topics.

Proceedings were published in 1979 and are available from the Swiss Federal Institute of Snow and Avalanche Research, 7260 Davos-Weissfluhjoch, Switzerland.

A summary of the main topics discussed

The snow cover in forest stands differs from that on open land. Under the canopy the snow deposit is irregular, the snow layers are disturbed and snow metamorphism is reduced. The meteorological factors and the forest stand determine the quality and quantity of snow cover. Interception by the forest stand can be altered through forest treatment practices. In this way the avalanche danger in mountain forest could be reduced.

Under a snow cover of 50 cm a young forest plant will not receive enough light for assimilation. Through respiration a plant on an upper forest limit (eg. *PINUS CEMBRA*) will lose CO₂ constituting 7% of its net annual photosynthesis.

Therefore the snow cover limits the growth of small forest plants. Through biological and technical measures the snow depth and snow cover melt can be changed to the advantage of the plants.

Snow forces acting on the plants in mountain areas originate from movements of the snow cover. Creeping is

caused by deformation in the ice skeleton. Gliding is a slow movement at the snow-ground interface, while an avalanche is a fast movement of the snow cover. Snow forces are generated where the movement is interrupted by obstacles projecting into the snow cover.

To protect plants against gliding, the forces must be reduced by increasing ground roughness. This can be done by the construction of earth terraces. It is most effective when the wavelength of roughness is kept as small as possible. This means that many small terraces are better than only a few big ones.

The stand density needed to stabilize the snow cover depends on slope inclination, stem diameter, snow depth and the glide factor. For Swiss mountain forests on a 30° to 40° inclined slope there should be between 500 to 1000 trees per ha.

The frequency and magnitude of avalanches determines the success of afforestation. Therefore frequency analysis can help to decide whether it is sensible to carry out such a project.

The frequency of loose snow avalanches in the forest is higher than that of slab avalanches. This is because the snow cover is affected by the forest canopy and supported by the tree trunks.

The size of a forest clearing in the slope direction should not be greater than the distance between antiavalanche structures which would be needed on the same slope i.e. between 15 m to 40 m, according to the slope angle.

Ecological analysis of avalanche protection forests must be carried out separately for each site and stand in order to deduce adequate silvicultural protective measures. Silvicultural management should maintain the stable development phases of a forest as long as possible. The unstable phases should be limited to small areas where avalanches cannot start and/or develop.

The aim of mountain forest management is generally to safeguard efficiently forest stands which are healthy, uneven aged, within small lots, and have a sufficient number of trees. The Swiss mountain forest (above 1550 m) do not fulfil these requirements, to a sufficient degree, in their present state. In the future the public contribution needs to be given not only for technical but also for biological protection against avalanches.