

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 130 (1979)

**Heft:** 4

**Rubrik:** Mitteilungen = Communications

#### Nutzungsbedingungen

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

#### Conditions d'utilisation

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

#### Terms of use

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

**Download PDF:** 01.01.2026

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

### **Internationales Seminar Gebirgswald und Lawinen**

Von *W. Frey, H. in der Gand, J. Rychetnik*, Davos

Oxf.: 907.32 : 971 : 181.24

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 Gebirgwälder 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 bezeichnete deshalb, Mitarbeiter der IUFRO-Arbeitsgruppen «Schnee und Lawinen» (Vorsitzender Ing. *H. in der Gand*) 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 Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Direktor Prof. Dr. *M. de Quervain*) organisierte Seminar vereinigte 32 Teilnehmer aus 9 Ländern. Zu den sechs programmativen 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 Übersicht 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 Interception in den Baumkronen bestimmt. Die Interception 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. Hiezu 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 Schneeinterceptionsmessungen 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 Übereinstimmung. **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 Gand:** Die Schneedecke in Waldbeständen (Fichte, Lärche, Arve) unterscheidet sich gegenüber jener im Freiland durch die 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. Einfluss der Schneedecke auf die Lebensprozesse von Forstpflanzen**

**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<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O) 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 Schneakkumulation bei Wächten, um die Schneebedeckungsdauer zu optimieren).

### **3. Schneekräfte und Auswirkungen auf Forstpflanzen**

*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 Stammdurchmesser 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  $40^\circ$  bzw.  $30^\circ$  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 Äste als Stämme weiter. *Ing. A. Lessel:* Ausgedehnte Schnebrüche 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. Wechselwirkungen zwischen Lawinen und Waldbestand**

*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 Schneedichten), 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 Ent-

scheide getroffen werden. Auch indirekte Lawinenhinweise, wie Pflanzengesellschaften in Lawinenzügen oder Dendrochronologie, lassen auf die Frequenz oder Wiederkehrperiode schliessen. Dr. R. Wakabayashi: Die Rauigkeit 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 Ökosystem

Prof. Dr. H. Mayer: Um die Nachhaltigkeit des Ökosystems «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. Zustand der Gebirgswälder und Lawinenschutzfunktion, waldbauliche Massnahmen

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 Walddlawinengebieten 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.

### **Zusammenfassende Folgerungen und Empfehlungen**

**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 verschieden 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.

### **Exkursionen**

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

Nach einem Wetterumschlag mit Schneefall bis in die Tallagen 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 *Kühnighorn* und der Plenterwald *Teifwald* bei St. Antönien (Prättigau) besucht. Am Kühnighorn 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 Kühnighorn bietet die sehr dichte Pflanzung genügend Äsungs- 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. Salm* 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 Bremsböcker besichtigt werden. Den Abschluss in der Behandlung der Lawinenprobleme der Val Medel bildete die Exkursion in den Lawinenschutzwald *Uaul 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 angezeichneten Hiebes (Ziel: Einleitung der Verjüngung im Hinblick auf den Aufbau einer Plenterstruktur) die Möglichkeiten der waldbaulichen Behandlung von Lawinenschutzwäldern auf. Als wesentliche Punkte wurden dabei herausgeschält, dass diese Plenterdurchforstungen schon etwa in der Mitte der Umtriebszeit einsetzen 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 Bildung grösserer, lawinenanbruchgefährdeter Jungwuchsflächen vermieden werden. Kreisförster A. Salm 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 weiteres Beispiel der umfassenden Problematik solcher Arbeiten (politische, forstpolitische, finanzielle, technische, waldbauliche 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 Aufforstungen 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 Lawinenauflangdamm (Retentionsraum 360 000 m<sup>3</sup>, Länge 265 m, Höhe 25 m) und bergseits davon errichteten Bremshöckern das wohl grösste forstliche Einzelbauwerk Europas realisiert.

## **Bericht über das 1. Internationale Symposium für Forstmeteorologie in Ottawa (Kanada)**

Von *H. Turner*

Oxf.: 971 : 111

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf/ZH)

Auf Initiative des Präsidenten der Agrarmeteorologischen Kommission, Dr. Wolfgang Baier, hat die Meteorologische Weltorganisation ein erstes internationales Symposium der Forstmeteorologen vom 21. bis 25. August 1978 in Ottawa organisiert. 128 Forstmeteorologen aus 15 Staaten waren der Einladung durch die kanadische Regierung gefolgt. Keinem der angemeldeten Wissenschaftler aus ost-europäischen Ländern (UdSSR, ČSSR) war die Teilnahme möglich. Europa war durch Fachleute aus Deutschland (BRD), Frankreich, Grossbritannien, Italien, Schweden, aus der Schweiz und aus Spanien vertreten. Die übrigen Teilnehmer kamen aus Australien, dem Iran, aus Libyen, Mexiko, Neuseeland, Nigeria und vor allem aus den USA und aus Kanada.

Als Direktor des Symposiums hatte sich der Altmeister der amerikanischen Forstmeteorologie, Prof. William D. Reifsnyder (Yale University, New Haven), zur Verfügung gestellt; die ausgezeichnete lokale Organisation lag in den Händen des Kanadischen Forstdienstes (J. B. Harrington) und des Kanadischen Meteorologischen Dienstes. Die Gesamtkoordination war M. J. Connaughton, Chef der Landwirtschaftsabteilung der WMO, Genf, zu danken.

Reifsnyder liess das reichhaltige wissenschaftliche Programm gut gegliedert und reibungslos ablaufen, so dass man mit Genuss den rund 40 Vorträgen folgen konnte. Konferenzsprachen waren Englisch und Französisch (Simultanübersetzungen dieser beiden Sprachen).

Die Hauptthemen des Symposiums waren:

1. Einfluss von Umweltfaktoren auf Entwicklung und Ertrag der Wälder.
2. Die Bedeutung der Wälder für den globalen und regionalen Wärme-, Kohlenstoff- und Kohlenwasserstoffhaushalt.
3. Paläoklimatologie und Dendrochronologie.
4. Die Bedeutung der Meteorologie für die Waldbrandbekämpfung.
5. Meteorologie und Forstschatz.
6. Meteorologie und Klimatologie in der Forsttechnik und in der forstlichen Planung.
7. Forstmeteorologie in den Tropen.

Die meisten Beiträge standen sowohl inhaltlich als auch hinsichtlich ihrer formalen Präsentation auf hohem Niveau. Trotzdem sei es gestattet, auf folgende

Darbietungen besonders hinzzuweisen, die meines Erachtens Höhepunkte mit besonderer Resonanz waren:

*H. Odin* (Umeå, Schweden): *Impact of environmental factors on forest development.* Hochinteressanter Bericht über leider grossenteils unveröffentlichte Untersuchungen der mikroklimatischen Effekte von Elementen der Bestandesstruktur und Geländeform sowie vor allem von Bodenbehandlungen und Standortsverbesserungen in den nordschwedischen Wäldern. Zahlreiche Analogien mit den Verhältnissen in der oberen Gebirgswaldstufe der Alpen sind offensichtlich. Die Wirkung der natürlichen und anthropogener Mikroklima auf den Verjüngungserfolg wurde von Odin anhand schematisch vereinfachter, aber didaktisch sehr ansprechender Schaubilder demonstriert.

*A. Baumgartner* (München): *Forest and global carbon dioxide balance.* Für das labile Gleichgewicht des gegenwärtigen Zustandes der Erdatmosphäre und ihres Wärme- und Wasserhaushaltes ist der seit 100 Jahren markant steigende CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft von erheblicher Bedeutung. Baumgartners Versuch einer umfassenden globalen Betrachtung fand daher grosses Interesse. Vortrag und Diskussion machten deutlich, dass bezüglich einzelner Komponenten der CO<sub>2</sub>-Bilanz noch grosse Unsicherheit besteht. Beispielsweise wurde auf die unbekannte Grösse der CO<sub>2</sub>-Bindung in den aus dem Kreislauf gezogenen Materialien der Landnutzung, beispielsweise der grossflächigen Entwaldungen, hingewiesen. Die bedeutende Rolle der Wälder als globale CO<sub>2</sub>-Senke ist unbestritten.

Die globale Kohlendioxid-Bilanz nach Baumgartner:

	$10^9 \text{ t CO}_2$
Freisetzung aus fossilen Energieträgern	17.0
Freisetzung aus nichtfossilen Quellen	25.5
Aufnahme durch Netto-Ökosystemproduktion	— 7.5
Aufnahme durch Boden	— 4.0
Aufnahme durch Ozeane	— 11.0
Netto-Freisetzung	+ 15.0
Aufnahme durch Atmosphäre	— 11.0
Rechnerischer Rest (Landnutzung?)	+ 4.0

*H. C. Fritts* (Tucson): *Reconstructing climate variation using the rising record of past forest growth.* In zugleich überlegen-gelassener und sympathisch-bescheiter Art führte Fritts in gut entwickeltem und profiliertem Vortrag sein umfassendes Gemälde der Paläoklimatologie des nordamerikanischen Kontinentes vor. Nicht nur die zeitlichen, sondern auch die räumlichen Variationen der nacheiszeitlichen, aus den Jahrringbreiten der Bäume erschlossenen Klimate wurden dargestellt, so dass die säkularen Änderungen im System der atmosphärischen Zirkulation erschlossen werden können. Dieser Vortrag fand wohl die grösste Beachtung und führte am Schluss der Tagung zu Empfehlungen an die Meteorologische Weltorganisation, die Jahrringforschung auch in anderen Kontinenten zu fördern.

*C. Van Wagner* (Chalk River, Kanada): *Meteorology in forest fire management.* In klarem, beeindruckendem Vortrag führte Van Wagner die Zufälligkeiten und Eigengesetzlichkeiten im Entstehen und in der Ausbreitung der Waldbrände

vor Augen und entwarf ein sehr skeptisches, an der Wirklichkeit orientiertes Bild über die begrenzte Rolle, die von der Meteorologie bei der Vorhersage und Bekämpfung der Waldbrände gespielt werden kann. Vorschläge aus dem Auditorium (*W. Z. Sadeh*), wonach die Probleme des Zusammenwirkens von natürlichen Luftströmungen mit der den Waldbränden eigenen Aerodynamik mit Hilfe von physikalischen Modellen (kombiniert mit Windkanalversuchen) studiert werden sollten, führten zu einer lebhaften Diskussion, die schliesslich die begrenzte, der Wirklichkeit nicht gerecht werdende Aussagekraft solcher Modelle, speziell in der Anwendung auf Waldbrände, betonte.

*R. W. Furman* (Fort Collins): *Climatic effects of changes in forestry patterns with particular reference to the tropics and subtropics*. Die grossflächigen Entwaldungen, die derzeit in den Tropen und Subtropen im Gange sind, und deren mögliche Auswirkungen auf das Klima der Erde standen im Mittelpunkt dieses Referates. Ohne in den Fehler weitverbreiteter, vorgefasster Meinungen zu verfallen, setzt sich Furman äusserst kritisch mit diesem schwierigen Thema auseinander. Er kam zum Schluss, dass sich diese Waldzerstörungen vor allem durch die verringerte Pufferwirkung gegenüber dem ansteigenden CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre global-klimatisch auswirken könnten, musste aber eingestehen, dass beim heutigen Stand der Weltklimamodelle keine eindeutige Aussage über den zu erwartenden Effekt möglich sei; sowohl eine globale Erwärmung als auch Abkühlung liegt im Bereich der Möglichkeit, wobei die anthropogenen Effekte den massgeblicheren natürlichen Klimaschwankungen vermutlich nur überlagert sind.

Der Themenkreis *Verdunstung des Waldes* wurde durch mehrere Referate auf hohem Niveau behandelt (*B. Bringfelt* und *L. E. Olsson*, *A. S. Thom*, *L. W. Gay*, *L. J. Fritschen*, *J. M. Roberts* u. a.). Dank der heutigen stark verfeinerten Untersuchungsmethoden — hauptsächlich wird die Energiehaushaltstechnik, kontrolliert durch Messungen der aktuellen Transpiration angewendet — können bereits deutliche Verdunstungsunterschiede zwischen verschiedenen Bestandesstrukturtypen festgestellt werden. Es sei besonders auf das hervorragende interdisziplinäre Forschungsteam am Institute of Hydrology, Wallingford, England, hingewiesen. In zunehmendem Masse werden Prozessrechner und Graphics-Kalkulatoren zur schnellen Ermittlung der Energiehaushaltskomponenten in die Messapparaturen integriert (*L. W. Gay*, Tucson).

Ein Novum in der Forstmeteorologie ist die Untersuchung so typischer Waldluftkomponenten wie *Aromastoffe* und *ätherische Öle*. Mit seinem Beitrag «*Measurement of alpha-pinene fluxes from a loblolly pine forest*» leistete *K. R. Knoerr* (Durham, N. C.) Pionierarbeit.

Dass die Wälder einen bedeutenden Beitrag zur *Luftreinigung* leisten, wurde durch neue gründliche Arbeiten über die Filterwirkung gegenüber Aerosolen erwiesen. Nach den älteren Arbeiten von *D. Hennebo* über die «*Staubfilterung von Grünanlagen*» (1955) bedeutet insbesondere der Beitrag von *J. G. Droppo* (Richland, Wa., USA) «*Dry removal of air pollutants by vegetation canopies*» einen Fortschritt durch einen quantitativen Vergleich der Wirkung verschiedener Vegetationstypen.

*W. Z. Sadeh* (Fort Collins) hat sein physikalisches Modell der Luftströmung im Wald bei unterschiedlicher Bestandesstruktur durch gefilmte Windkanalversu-

che überprüft, wobei allerdings wegen Verwendung starrer Baumattrappen die Wechselwirkung zwischen Wind und Wald nicht wirklichkeitsgerecht wiedergegeben werden konnte.

Auch der Beitrag von *J. G. Bergen* (Fort Collins, Col.; Berkeley, Calif.) «*The movement of aerial spray pattern in a forest canopy*» behandelte ein wichtiges, aktuelles Thema, gehört doch die Versprühung von Pestiziden und Herbiziden aus Flugzeugen in Waldbestände heutzutage schon zur Tagesordnung, ohne dass aber die dabei wirksamen physikalischen Prozesse und die unerwünschten ökologischen Nebenwirkungen schon hinreichend bekannt wären. Bergens Arbeit vertieft unsere Kenntnisse über Drift und Sedimentation nassen Aerosols im Bestand in Abhängigkeit von den Windverhältnissen und von den Tropfengrößen. Der Befrachtungskoeffizient für kleine Tröpfchen ( $8\text{--}52\ \mu\text{m}$ ) scheint mit dem Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit anzuwachsen, während jener für grössere Tröpfchen ( $52\text{--}140\ \mu\text{m}$ ) einen linearen Zusammenhang mit der Geschwindigkeit zeigt.

Das gut gelungene, durch gesellige Anlässe und durch eine Exkursion zum «Maniwaki Forest Fire Management Centre» aufgelockerte und bereicherte Symposium brachte klar zum Ausdruck, dass sich die Forstmeteorologie, die bisher stark an die zahlenmässig stärkere Agrarmeteorologie angelehnt war, immer mehr als eigenständige Wissenschaft entwickelt. In einer von Prof. *D. Miller* (Milwaukee) angeregten Grussbotschaft des Symposiums an Prof. *R. Geiger* (München) aus Anlass seines 85. Geburtstages wurde diese Persönlichkeit als eigentlicher Urheber der Forstmeteorologie als wissenschaftliche Disziplin geehrt.

Die WMO plant einen Symposiumsband (Proceedings) zu veröffentlichen, der Zusammenfassungen aller Beiträge sowie den vollen Wortlaut aller Einführungsvorreferate und einiger anderer Vorträge enthalten soll.

**Aus einer Information der Landesanstalt für Ökologie,  
Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen  
über gefährdete und ausgestorbene Tierarten**

Oxf.: 907.13

*In einem Informationsblatt berichtet die erwähnte Landesanstalt über ausgestorbene und gefährdete Tierarten. Da diese Information auch für weitere Gebiete gilt, wird sie gekürzt wiedergegeben (Red.).*

Die vor rund hundert Jahren mit dem Beginn der Industrialisierung einsetzende Veränderung und teilweise Zerstörung unserer Landschaft, die sich in den letzten 25 Jahren enorm beschleunigt haben, bedrohen die Tierwelt noch stärker als die Pflanzen. Am schlimmsten ist die Situation bei solchen Tieren, die nicht nur unter der Belastung oder Zerstörung der Landschaft, sondern zusätzlich unter der Verfolgung des Menschen gelitten haben. Wolf, Luchs und Biber gibt es in Nordrhein-Westfalen längst nicht mehr. Ob sich noch die wenigen Otter in Nordrhein-Westfalen halten können, ist mehr als ungewiss. Fledermäuse, denen nicht nur Nahrungs-, sondern auch Schlaf- und Überwinterungsplätze fehlen, sind hart bedrängt.

Ausgerottet sind im Lande 18 Vogelarten, das sind rund 12 % der ursprünglich heimischen Arten. Gefährdet sind weitere 33 %, darunter der Weissstorch, der Brachvogel, das Birkhuhn und sogar die Saatkrähe.

Mit 75 % ausgestorbener Arten sind die Reptilien (Eidechsen, Schlangen) am stärksten betroffen, aber auch die Amphibien (Molche, Kröten, Frösche) sind zu fast 50 % gefährdet. Kleine Tümpel und Teiche als Lebens- und Entwicklungsräume verschwinden immer mehr.

Trotz umfangreicher Zucht- und Hegemassnahmen stehen 40 % der in Nordrhein-Westfalen ursprünglich heimischen Fischarten auf der Roten Liste. Aus den vielfältigen Ursachen für diese negative Bestandesentwicklung lassen sich der kanalmässige Ausbau zahlreicher natürlicher Gewässer nennen, wie auch die starke Abwasserbelastung.

Auch die Insekten werden immer weiter zurückgedrängt. Das gilt vor allem, wenn ihre Larven, wie zum Beispiel bei Libellen oder anderen Tiergruppen, zur Entwicklung an Gewässer gebunden sind. Grossschmetterlinge leiden unter dem übertriebenen oder falschen Einsatz von Unkraut- und Insektenvernichtungsmitteln. Ausgestorben sind bei den Schmetterlingen bereits 28 Arten.

**Was ist zu tun?**

Die rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere zeigt einen erschreckenden Artenrückgang. Sie verdeutlicht, dass nur umfangreiche Hilfsaktionen und umsichtige Planungen unsere Umwelt vor einer weiteren Verarmung retten können.

Als wichtigste Aufgabe ist die Erstellung eines Biotopsicherungsprogramms und eines Artenschutzprogramms zu nennen, mit denen wenigstens die noch vorhandenen Lebensräume und Arten erhalten werden können. Die Schaffung von «Ersatzbiotopen» und Wiedereinbürgerungen können ebenfalls helfen. Möglichst viele Brachflächen sollten ihrer natürlichen Entwicklung überlassen werden. Der schonende Einsatz von Pflanzen- und Insektenbekämpfungsmitteln sowie rücksichtsvolle Planung zugunsten einer vielfältigen Landschaft sind weitere Mittel.

## **Umbau und Verbesserung einer alten Eklund-Jahrringmessmaschine**

Von *B. Keller*, Zürich

Oxf.: 561.23 —— 015.7

(Aus dem Institut für Waldbau der ETH Zürich)

Vor ungefähr zwei Jahren versagte unsere betagte, über 20jährige Eklund-Jahrringmessmaschine endgültig ihren Dienst. Der defekte, stark abgenutzte, mechanische Impulsgeber konnte weder durch die Herstellerfirma noch durch die ETHeigene Werkstätte repariert werden.

Da die dringend notwendig gewordene Anschaffung einer neuen Jahrringmessmaschine rund Fr. 50 000.— gekostet hätte, versuchte ich die defekte Maschine durch kompletten Umbau auf elektronische Datenübertragung zu neuem Leben zu erwecken und gleichzeitig zu verbessern.

### **Beschreibung der umgebauten Jahrringmessmaschine**

Auf der linken Seite der unveränderten Messbank (1) mit Kreuzschlitten (2) und Zeiss-Binokularmikroskop (3) ist neu ein inkrementaler Winkelschrittgeber (4) montiert. Dieser elektronische Impulsgeber zerlegt die Drehbewegungen der Eklund-Leitspindel in eine entsprechende Anzahl Einzelschritte (100 Impulse pro Umdrehung von  $360^\circ$ ). Er verwandelt die jeweiligen Drehwinkel, welche den gemessenen Jahrringbreiten entsprechen, in proportionale Impulsfolgen. Ein einzelner Impuls entspricht einer Jahrringbreite von  $1/100$  mm. Der Impulsgeber gibt an seinem Ausgang zwei um  $90^\circ$  verschobene Rechtecksignale ab. Die Impulsfolge dieser Signale wird anschliessend im elektronischen Vor- und Rückwärtszähler (6) richtungserkennend ausgewertet, wobei die Drehrichtung der Leitspindel durch die Phasenlage der Impulsfolgen definiert ist. Dadurch können Fehlmessungen (unexaktes Nachführen des Fadenkreuzes bzw. des Kreuzschlittens) durch Drehung der Leitspindel in entgegengesetzter Drehrichtung (Impulse werden entsprechend subtrahiert) und erneuter Ansteuerung der gewünschten Messposition sofort korrigiert werden, und zwar bevor das falsche Messresultat im Messwertdrucker gespeichert ist. An der optischen Ziffernanzeige des 4-Dekaden-Zählers kann das Messresultat laufend kontrolliert werden. Zur Verringerung der mechanischen Belastung durch Achsversatz und allfällige Stösse ist der Präzisions-Impulsgeber durch eine schützende Metallbalgkupplung mit der Leitspindel der Eklund-Maschine flexibel verbunden.

Bei Betätigung der Bedienungstaste (5) gelangen die am BCD-Ausgang des Zählers anstehenden Messwerte (Jahrringbreiten) über ein Interface (Dekoder) (7)



Zusammenstellung der verbesserten Jahrring-Messapparatur am Arbeitsplatz.

1 Eklund-Messbank (unverändert); 2 Kreuzschlitten (unverändert); 3 Binokular-Mikroskop (unverändert, jedoch mit einem verstellbaren Okular für Brillenträger nachgerüstet); 4 inkrementaler elektronischer Winkelschrittgeber (Ferranti, 24R mit Metallbalgkupplung BC 15); 5 Bedienungstaste für Einzelmessungen und Summenbildung; 6 elektronischer Vor- und Rückwärtszähler (Elesta, PCS 401); 7 Interface (Addo, Mod. 47-1321-00); 8 Messwertdrucker (Additionsmaschine mit elektronischer Daten-Ein- und -Ausgabe. Addo, Mod. 33-0353-00); 9 programmkartengesteuerter Streifenlocher (Addo, Mod. 42-2433-03).

in das Rechenwerk des Messwertdruckers (8). Diese Additionsmaschine ist für elektrischen Ein- und Ausgang der Messwerte sowie für die automatische Nullung und Torschliessung des Zählers bei jeder Tastenbetätigung (5) ausgelegt. Mit der Tastatur dieser Maschine werden vor Messbeginn eines neuen Spans die Span-Nummer und eventuelle andere nicht mitzumessende Daten, nicht addierend, eingetippt. Die Messresultate werden vom Messwertdrucker auf einen Additionsstreifen in Klarschrift ausgedruckt. Gleichzeitig gelangen die Messwerte zum programmkartengesteuerten Streifenlocher (9). Dieser kann dank seiner austauschbaren Diodenmatrix (Codewandler) für verschiedene Code-Systeme programmiert werden. Wir verwenden den vom Rechenzentrum der ETH empfohlenen ASCII-Code. Die im Lochstreifen gespeicherten Daten können nun mittels geeigneter Computer-Programme bequem auf jeder EDV-Anlage ausgewertet werden.

Durch den Umbau unserer alten Eklund-Jahrringmessanlage können unsere Jahrringanalysen heute in wesentlich kürzerer Zeit durchgeführt werden als früher. Ebenso ist es jetzt auch möglich geworden, mühelos und sehr schnell verschiedene Jahrringanalysen miteinander zu vergleichen. Die Kosten für den Umbau der ganzen Anlage betrugen vor gut zwei Jahren rund ein Drittel des Preises einer neuen Eklund-Jahrringmessanlage. Heute würde der komplette Umbau dank verbesserter Technologie auf dem Gebiet der Elektronik, durch Massenfabrikation der einzelnen elektronischen Komponenten sowie infolge des günstigeren Wechselkurses wesentlich weniger kosten.

Die mit relativ bescheidenen Mitteln zu neuem Leben erweckte alte «Tante Eklund» arbeitet nun seit der Verjüngungskur trotz «rauher Behandlung» (Bedienung durch Studenten, Assistenten, Förster und Hilfskräfte) ausgezeichnet und störungsfrei.

## Bericht über die Tätigkeit des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung 1977/78

Von *M. de Quervain*, Davos/Weissfluhjoch Oxf.: 946.3(047.1) : 111.784

### I. Allgemeines und Personelles

Im personellen Bereich war ein Ereignis zu verzeichnen, das zwar nicht die unmittelbare Tätigkeit des Instituts und auch nicht dessen Personal betraf, aber doch in der Entwicklungsgeschichte der schweizerischen und internationalen Schnee- und Lawinenforschung schlechthin einen Markstein bedeutet: der Tod von *Robert Haefeli*, alt Professor für Schnee- und Erdbaumechanik an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich (18. April 1978). Robert Haefeli war von 1935 bis 1942 Leiter der Schneeforschungsarbeiten auf Weissfluhjoch und auch die treibende Kraft bei der Gründung des permanenten Instituts 1943. Seine individuellen Beiträge zur Schneeforschung und die aktive Mitwirkung in der Arbeit des Instituts sind von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung des ganzen Fachgebietes. Sie sollen im Winterbericht 1977/78 gewürdigt werden. Während jahrzehntelanger schwerer Krankheit hat dieser rege Geist seine Verbindung mit dem Institut nie aufgegeben. Sein Name wird mit dieser Forschungsstätte auf immer verbunden bleiben.

Das Institutspersonal war im Berichtsjahr nur von einer Mutation betroffen (Austritt von Fräulein *V. Müller*, Verwaltungsbeamtin bei der Sektion III und Ersatz durch Fräulein *R. Rickenbach* (1. 3. 1978). Eine gewichtige Vakanz bedeutete die Beurlaubung von Dr. *W. Good*, der als Gastdozent an der Universität von Washington (Seattle, USA) und in anderen Institutionen in Kanada wirkte (Abwesenheit 21. Dezember 1977 bis 23. Juni 1978).

Als temporäre Mitarbeiter waren tätig:

Dipl. Ing. *R. Meister* (Sektion I), dipl. Ing. *J. Brunold* (Sektion III), stud. El. Ing. *G. Castelli* (Sektion II). Als eidgenössischer Stipendiat arbeitete in verschiedenen Sektionen der Kanadier dipl. Bauing. *B. Claus* (1. 11. 1977 bis 18. 8. 1978). Er hat auch eine wissenschaftliche Untersuchung beigesteuert. In der Sektion III waren wie bis anhin 6 Gastarbeiter und gelegentlich einige Schüler eingestellt.

Von den zahlreichen Besuchern aus dem Inland sei als prominenteste Gruppe die nationalrätliche Finanzkommission erwähnt, die sich im Oktober 1977 unvermittelt auf Weissfluhjoch absetzen liess und das Institut mit einem kurzen Rundgang beehrte.

## Winterverlauf

Der Berichtswinter 1977/78 war in seinem äusseren Ablauf gekennzeichnet durch einen verhältnismässig schönen, kühlen Spätherbst und ein zögerndes Einschneien (1. November, mittleres Datum 20. Oktober). Auf der Alpennordseite blieben die Schneefälle bis gegen Ende Januar unterdurchschnittlich. Grösserer Januarschneezuwachs war hingegen auf der Alpensüdseite zu verzeichnen, und anfangs Februar wurden das Wallis, die West- und Zentralschweiz durch Gross-schneefälle heimgesucht, die verschiedenenorts mit extremer Lawinenaktivität verbunden waren. Allgemein war also der Spätwinter schneereich (Schneehöhenmaximum Weissfluhjoch 285 cm) und der Frühsommer kühl, so dass die Berglagen spät ausaperten (Weissfluhjoch 7. August, Mittelwert 9. Juli).

## II. Wissenschaftliche und technische Arbeiten

Die wissenschaftliche Arbeit war, wie dies oft der Fall ist, stimuliert durch verschiedene äussere Anlässe. Diesmal lösten eine Schneetagung in Grenoble, die Tagung für Alpine Meteorologie (Grindelwald), das selbst organisierte Internationale Symposium über Wald und Lawinen und eine Tagung über Schnee und Eis der ETH Zürich besondere Beiträge aus (siehe Abschnitt IV).

### Sektion I: Wetter, Schneedecke, Lawinen (Chef: Dr. P. Föhn)

Die laufenden Wetter- und Schneedeckenbeobachtungen auf Weissfluhjoch und auf den über 90 Vergleichsstationen und Messstellen liefern das Datenmaterial für die Bearbeitung der Schneedeckenentwicklung und der Lawinenaktivität (Sektion I und Lawinendienst). Einzelheiten sind dem Winterbericht «Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 1977/78», (in Bearbeitung) zu entnehmen.

### Wahrscheinlichkeit und Ergiebigkeit von Schneefällen

Messgrösse (m)	Weissfluh- joch/GR 2540 m	Davos GR 1560 m	Braun- wald/GL 1320 m	Wiler- Kippel/VS 1370 m	St. Margrethen- berg/SG 1200 m
Neuschnee (1 Tag)	0,98	0,96	1,15	0,81	—
Neuschnee (Σ 3 Tage)	1,96	2,01	2,34	1,51	—
Neuschnee (Σ 10 Tage)	3,34	2,71	3,86	2,53	2,47
Zuwachs Schneehöhe ΔHs-10 Tage	1,90	1,54	2,03	1,52	1,47

Die extremwertstatistische Analyse der Schneefalldaten von Weissfluhjoch und Davos wurde abgeschlossen und auf einige andere schweizerische Alpenstationen

ausgedehnt. Es ging dabei um die Erfassung grösserer Schneefälle, die zu ausserordentlicher Lawinenaktivität führen. Im besonderen interessieren die Schneezuwachswerte, die sich in den Anrisshöhen grosser Schneebrettlawinen abzeichnen können.

Die Tabelle auf Seite 319 gibt Hinweise auf Schneefall-Werte (m), die in 100 Jahren im Mittel einmal erreicht oder übertroffen werden.

Anrisshöhen (lotrecht) von Neuschneeablagerungen über 2 m ohne erheblichen Treibschniezuschuss sind also selten.

### *Schneeverfrachtung an Gebirgskämmen*

Die für die Lawinenbildung wichtige Aufladung von Leehängen mit Treibschnee wurde im Rahmen des Gaudergratprojektes untersucht. Eine vorläufige empirische Funktion

$$H_{NT} = k \bar{u}^3 \quad (\text{m/Tag}) \quad \bar{u} \text{ Windgeschw. Tagesmittel (m/s)}$$

liefert die durch Treibschnee bedingte zusätzliche mittlere tägliche Neuschneeablagerung  $H_{NT}$  in Funktion der Windgeschwindigkeit auf dem Grat.  $k$  ist eine Konstante vom Wert  $8 \cdot 10^{-5}$ . Diese Beziehung gilt vorderhand nur für das Versuchsgebiet. Ansätze zur theoretischen Behandlung des Problems sind in Bearbeitung.

### *Statistisch-deterministische Lawinenprognose*

Die Entwicklung eines einfachen, auch deterministische Komponenten enthaltenden Prognosemodells wurde abgeschlossen unter Einbezug von 9 weiteren Gebieten neben Davos. Eine Testperiode (Januar bis April 1978) zeigte, dass von den benötigten Wetterparametern vor allem die Bestimmung der Gratwindgeschwindigkeit Probleme bietet (Schneeverfrachtung).

### *Lawinenhäufigkeit in der Waldzone*

Ausgehend von früheren Arbeiten über Lawinenhäufigkeiten wurden die spezifischen Lawinenhäufigkeits-Aspekte für die Waldzone untersucht. Fordert man für einen Jungwald im Gebirge eine ungestörte Aufwuchszeit von 30 bis 40 Jahren, so zeigen analysierte Lawinenbeobachtungsreihen und Risikoüberlegungen, dass in den schneereichen Regionen des Alpennordhangs und im zentralen Gotthardgebiet nur geringe Chancen bestehen, einmal geworfenen Wald ohne Verbauungsschutz wiederherzustellen.

### *Hydrologische Studien Dischma*

Im Dischmatal ist die durch eine Lawine beschädigte automatische Meteo-Station an einer sicheren Stelle wieder aufgebaut worden.

Die Luftaufnahmen der Schneedeckung im Testgebiet wurden versuchsweise mit einem neuen Quantimet-Verfahren («Image Editor», Empa Dübendorf) ausgewertet. Für die grossflächige Kartierung der Schneedecke im Hinblick auf andere Regionen der Schweizer Alpen sind in Verbindung mit der Universität Zürich und der ETHZ Satellitenaufnahmen (Landsat) beigezogen worden, und zur grossflächigen Bestimmung der Oberflächentemperaturen ist versuchsweise ein M<sup>2</sup>S-Scanner eingesetzt worden (Geogr. Institut Universität Zürich). Neben den nor-

malen Schneemessungen wird die unterirdische Komponente des Abflusses mittels eines Piezometers verfolgt (Amt für Wasserwirtschaft bzw. Abt. Landeshydrographie).

Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes zwischen dem Institut SLF und der amerikanischen Behörde für Weltraumflüge (NASA) wurde das im Testgebiet Dischma entwickelte Schnee-Abflussmodell auf ein amerikanisches Einzugsgebiet angewendet. Satellitenaufnahmen lieferten die erforderlichen Schneedeckungsparameter.

### *Isotopenstudien zum Schneeabfluss*

Der durch Tritiumdatierung im Dischmatal festgestellte, über Jahre verzögerte Abfluss des Schmelzwassers wurde in einem Gebiet der Bayrischen Voralpen anhand eingehender Isotopenmessungen bestätigt. Eine Fortsetzung erfuhren die Isotopenuntersuchungen im Wasserumsatz des Versuchsfeldes Weissfluhjoch (Gehalt in Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Schneeschichten, Abfluss) mit dem Ziel, den schichtweisen Abbau der Schneedecke verfolgen zu können. Die Proben- sammlung zur Bestimmung des isotopischen Höheneffektes des Niederschlags (Schnee/Regen) ist abgeschlossen worden. Die Isotopenanalysen für alle diese Versuche werden in verdankenswerter Weise durch die Universitäten München und Pisa, die sich auch an der Berichterstattung beteiligen werden, durchgeführt.

### *Schneelasten auf Dächern*

Die Untersuchung über die regionale Variation der in Rechnung zu stellenden Schneelasten ist vorderhand durch die Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt weitergeführt worden. Sie verwendet hiezu das durch das EISLF angegebene Verfahren der Berechnung des Wasserwertes (Last) aus Schneehöhenkurven.

## **Sektion II: Schneemechanik und Lawinenverbau (Chef: Dr. B. Salm)**

### *Rheologie des Schnees*

Aus langjährigen Messungen der Setzung natürlicher Schneeschichten mit Hilfe des elektrischen Schichtpegels (Versuchsfeld) wurde die Setzungsviskosität der horizontalen Schneedecke bestimmt. Sie erweist sich als gut korreliert mit der Schneedichte und der Kornform.

### *Rheologie und Schneestruktur*

Die Schneefestigkeit wird untersucht als summierte Festigkeit von Kornbindungen. In einer ersten Reihe von Laborexperimenten sind Zugfestigkeiten von einzelnen künstlichen Kornbindungen unter Variation der Kontaktzeit, des Kontaktdruckes und der Temperatur ( $0^\circ$  bis  $-42^\circ$ ) gemessen worden. Es stellen sich erhebliche Bindungswerte schon bei sehr kurzer Berührungszeit (wenige Sekunden) ein. Wenn Schneeproben belastet werden, sind als Folge der Trennung von Kornbindungen akustische Emissionen im Frequenzbereich von 100 bis 1000 kHz festzustellen. Vorversuche zur Messung dieses Effektes sind ausgeführt worden.

## *Hangstabilität der natürlichen Schneedecke*

Akustische Emissionen tieferer Frequenz treten auf, wenn eine schwache Schneeschicht bereichweise unter Druck- oder Scherkräften zusammenbricht. Solche Erscheinungen — oft als «Wum-Geräusch» direkt beobachtet — deuten auf eine kritische Hangstabilität. Eine Anlage zur Messung (Zählung) solcher Geräusche ist am Gaudergrat in Betrieb genommen worden. Die Registrierung wird laufend drahtlos nach Weissfluhjoch übertragen.

## *Schneemessstation Gaudergrat*

Zum Projekt Schneedeckenentwicklung in verschiedenen Hangexpositionen (Sektion I) sind durch Sektion II verschiedene messtechnische Verfahren beigeleitet worden, so die laufende Schneehöhenmessung mittels einer *Ultraschallsonde*, eine Verbesserung der *Temperaturprofilmessung* und eine Anlage zur Messung des Treibsneeflusses über eine Krete. Auch diese Daten können drahtlos nach Weissfluhjoch übermittelt werden.

## *Explosionswirkungen auf Schnee*

Die Feldexperimente zur Bestimmung der Wirkung verschiedener Geschosstypen auf Schnee sind fortgesetzt und abgeschlossen worden. Parallel dazu wurde eine Fragebogenaktion unter in- und ausländischen Sicherungsdiensten über Erfahrungen mit angewandten Sprengmethoden ausgewertet. Die Ergebnisse aller Untersuchungen sind in einer Anleitung für die Praxis zur künstlichen Lawinenauflösung zusammengefasst worden. Damit sind die Untersuchungen über die Explosionswirkungen auf Schnee abgeschlossen.

## *Schneedruck*

Zur Erfassung der lawinenverhindernden Stützwirkung eines Waldes auf die Schneedecke ist der Schneedruck auf schmale Hindernisse (Bäume) theoretisch untersucht worden. Um eine Unterbindung von Schneebrettanrisse zu erzielen, müssten mindestens 1000 Stämme pro ha vorhanden sein, wobei auch Stämme von 0,1 m Brusthöhendurchmesser wirksam sind. Eine Schneedruckmessung am neuen Apparat Mattstock ergab mit den Verbauungsrichtlinien übereinstimmende Druckwerte (ohne Gleiten). Hingegen erwies sich der Wirkungsgrad des 2 m breiten Druckrostes um etwa einen Faktor 2 kleiner als theoretisch veranschlagt (1,7 statt 3,6).

## *Lawinenmechanik*

Theoretische Überprüfungen der Geschwindigkeitsentwicklung von Fliesslawinen haben für Geschwindigkeitsänderungen bei Neigungsänderungen und für berechnete Auslaufstrecken (Voellmy, Körner) Resultate erbracht, die von früheren Ergebnissen etwas abweichen. Insbesondere werden die Auslaufstrecken bei sonst gleichen Parametern allgemein etwas länger.

Zur Bestimmung der Reibungskoeffizienten grosser Fliesslawinen sind Niedergänge vom 2./3. Februar 1978 (Verbier, Conthey, Savièse) analysiert worden.

In der Lawinendruckanlage Mettlenruns Engi (Glarus) konnten erstmals Lawinendrucke mit einer neuen arretierenden Druckdose (nur ein Stoss) gemessen werden (Lawine vom 2. 2. 1978). Bei einer Geschwindigkeit von 22 m/s resultierte ein Druck von 140,3 kPa (= 14,3 t/m<sup>2</sup>). Die bisherige Maximaldruckdose zeigte etwa 30 % mehr an (181,5 kPa), was auf wiederholte Stösse zurückzuführen ist. Vorgesehene Versuche mit der Gleitbahn über das Schneerückhaltevermögen eines Druckrostes mussten verschoben werden.

### *Verbauungswesen*

#### *Verbauungskataster, Beobachtungen in Verbauungen*

In den Kataster sind weitere Gebiete der Leventina aufgenommen worden. Schadenerhebungen fanden in der Verbauung «Schafberg»/Pontresina statt.

#### *Überprüfung von Stützverbaukonstruktionen*

Die Expertengruppe des Bundesamtes für Forstwesen (BFF), in der das Institut vertreten ist, befasste sich an Sitzungen und Begegnungen mit Neukonstruktionen. Zwei neue Werktypen konnten aufgrund der Nachrechnungen und Bewährungsversuche freigegeben werden. Es zeigte sich allgemein, dass die Kontrolle der Stahlqualitäten verschärft werden muss, da Unregelmässigkeiten vorgekommen sind.

#### *Fundationen im Stützverbau*

Nachdem Pilotversuche mit *Sprengankern* (Oktober 1977) positiv ausgefallen waren, sind zusammen mit dem Institut für Grundbau ETHZ grössere Versuchsserien mit diesem Verfahren für 1978 und 1979 angesetzt worden. Es handelt sich um Zugverankerungen, die aus eingerammten Rohren (etwa 2 m) bestehen, wobei der untere Teil des Rohres durch eine Sprengladung gesprengt und der Hohlraum nach Einbringen der Ankereisen mit Flüssigbeton ausgegossen wird. Die ersten groben Erfahrungen lauten: Wenig brisante Sprengstoffe (80 bis 100 g) verwenden, Anker nur auf reinen Zug beanspruchen. Gemessene Bruchlasten: 100 ÷ 180 kN (~ 10 ÷ 18 t).

#### *Arbeiten für andere Sektionen:*

Neben der erwähnten apparativen Mitwirkung mit Sektion I (Gaudergrat) ist die durch eine Lawine zerstörte automatische Wetterstation Gletschtälli (Dischma) neu aufgebaut worden. Für Sektion III sind Messanlagen projektiert und erstellt worden (Ultraschall-Schneehöhenmesser, Druckkissen für Wasserwert).

### **Sektion III: Schneedecke und Vegetation (Chef: Dipl. Forsting. H. in der Gand)**

#### *Gleitschneeschutz, temporärer Stützverbau und Aufforstung im Gleitschneegebiet Versuchsflächen Rudolf (2200 m) und Fopp (1800 m), Dorfberg ob Davos*

Eine Überprüfung der 22 Jahre alten Gleitschutzversuche im Feld Rudolf ergab folgendes Bild:

- Die als Gleitschneeschutz 0,3 m in die Hangebene eingekerbten Bermentritte sind intakt geblieben und haben sich bewährt.
- Bermen von 0,8 m Breite, hälftig aus der Hangebene herausragend, laufen in über  $40^\circ$  geneigtem Gelände Gefahr, abgepresst zu werden.
- Pfählungen müssen eine minimale Rammtiefe von etwa  $\frac{2}{3}$  der Länge aufweisen, um nicht schief gedrückt und schliesslich ausgerissen zu werden. Imprägnierte Pfähle sind noch vorwiegend intakt, unimprägnierte dagegen grösstenteils vermorscht und gebrochen.
- Kleine Stützwerke (1 bis 1,3 m hoch, maximal 2 m breit) haben den Beanspruchungen standgehalten, wenn das bergseitige Fundament genügend zugverankert war.
- Um eine gute Wirkung zu erzielen, müssen Gleitschutzbauten dicht angeordnet werden.
- Gleitschneeschäden lassen sich nur vermeiden, wenn die Schutzbauten Hangneigungen bis hinunter gegen  $25^\circ$  erfassen.

Der Zustand der Aufforstung ist in der Fläche *Rudolf* unverändert (Lärchen durch Triebsterben wipfeltot, Fichten mit starken Frostschäden), in der tiefer gelegenen Fläche *Fopp* entwickelt sich sowohl die Lärchenaufforstung (1955) als auch die Fichtenpflanzung (1971) weiterhin gut. Aus Pflanzenaufnahmen der Winter 1956 bis 1977 konnten die Zusammenhänge zwischen Schneehöhe und Pflanzenhöhe einerseits und Abbiegewinkel des Stammes anderseits abgeleitet werden. Die Untersuchungen über die Schneeverteilung in den verschiedenen dicht bestockten Teilflächen wurden fortgesetzt.

#### *Versuchsfläche Bleisa ob Pusserein (Gemeinde Schiers)*

Im oberen lückig bewaldeten steilen ( $43^\circ$ — $61^\circ$ ) Hangabschnitt wurden 180 m' Rundholz-Schneerechen vom Typ EISLF (Hk, 3,4 m) mit eingebauter Schwelle als oberem Fundament errichtet. Trotz schwieriger Fundierungs- und Montagebedingungen konnten Laufmeterpreise von nur Fr. 255.— bis Fr. 480.— erzielt werden.

#### *Entwicklung und Überprüfung im temporären Stützverbau*

Die in der Verbauung Mayens de Conthey gebauten Rundholz Schneerechen Typ EISLF haben auch die strengen Bedingungen des Berichtswinters schadlos überstanden. Frühere Querdruckschäden wiederholten sich nicht mehr. Mit der Überprüfung der für Holz im Lawinenverbau zulässigen Querdruckbelastung wurde in Zusammenarbeit mit der Abteilung Holz der Empa Dübendorf begonnen.

#### *Temporärer Stützverbau und Aufforstung im Lawinenanbruchgebiet*

#### *Versuchsgebiet Stillberg, Dischmatal Davos (Gemeinschaftsprojekt mit der Eidg. Anstalt für das Forstliche Versuchswesen [EAFV])*

#### *Verbauung*

Die Versuchsverbauung (Rundholz Schneerechen Typ EISLF, Hk 1,8 bis 4,2 m) verzeichnete auch in diesem Winter trotz völliger Überdeckung einiger

Werke in Mulden und Wächtenlage keine Schäden. Die lawinenhemmende Wirkung war gut; es traten nur die üblichen Lockerschneerutsche auf.

### Versuchs-Aufforstung

Wegen Schneearmut im Oktober und Dezember waren grössere Bergföhren und Arven in Rippenlage bis gegen Ende Dezember nur teilweise schneebedeckt. Um die Zusammenhänge zwischen Schneebedeckung und Pflanzenschäden besser erfassen zu können, wurden in den Flächen Stillberg, Lucksalp (Gegenhang) und Dorfberg detaillierte Ausaperungskartierungen — auch von Einzelpflanzen — und Bodentemperaturmessungen vorgenommen.

Der Zustand der Versuchsaufforstung Stillberg ist aus nachfolgender Tabelle ersichtlich (Aufnahme 1978 gemeinsam mit EAfv). Zahlen ohne Klammer: Abgangsprozent 1975/78, in Klammern 1975/77.

Baumart	Versuchsgebiet Stillberg	Vergleichspflanzungen	
		Lucksalp (Dischma)	Rudolf (Dorfberg)
Arve	5,8 (5,0)	3,4 (2,2)	4,6 ( 2,9)
Bergföhre	2,9 (1,4)	1,0 (1,0)	2,2 ( 1,8)
Lärche	8,1 (4,5)	6,1 (6,1)	38,4 (32,4)
Total	5,6 (3,6)	3,5 (3,1)	15,1 (12,4)

Bei der Arve konnte der Schüttebefall (*Phacidium infestans* Karst.) durch eine chemische Bekämpfung im Herbst 1977 stark eingeschränkt werden. Erstmals wurden an Arven und Bergföhren Schäden durch Triebsterben (*Ascocalyx abietina* [LGBG], Schläpfer) festgestellt.

### Schneedecke und Lawinen als ökologische Faktoren

Ergänzend zu den Aufforstungsversuchen am Lawinenhang wurde in Davos ein Versuch in ebener Lage zur Untersuchung des *Einflusses der Schneebedeckung auf den Anwuchs von Forstpflanzen* eingerichtet (7 Baumarten mit und ohne Schneebedeckung). Resultate stehen noch aus.

#### Stillberg:

Im Programm der Datenbeschaffung über Schneedecke und Lawinen als ökologische Faktoren sind weitere Verbesserungen hinsichtlich Aufnahme und Auswertung (EDV) erzielt worden.

Unter Mitwirkung der Sektion II wurden folgende messtechnische Neuerungen realisiert:

- eine zeitgesteuerte Schneehöhenmessung am Stationspegel mit Hilfe einer Filmkamera,
- ein Ultraschall-Schneehöhenmesser,
- eine digitale Wasserwertsbestimmung mittels Schneedruckkissen (in Vorbereitung).

Die Schneehöhendaten der total 433 Pegel stehen künftig in ausgedruckter Tabellenform oder auf Lochstreifen zur Verfügung. Entsprechende Vorbereitung wurde für die Behandlung von Lawinendaten getroffen. Ein Verfahren zur Übertragung fotogrammetrischer Lawinen- und Ausaperungsaufnahmen auf die Karte mit Hilfe eines auf die Aufnahme übertragenen Punktrasters (3,5 m) erlaubt die präzise Kartierung von Lawinenumgrenzungen und Ausaperungslinien. Für die neuen Geländekarten des Versuchsgebietes Stillberg konnten die Flug- und Feldaufnahmen abgeschlossen werden (Eidg. Landestopographie).

Im logistischen Bereich musste die 1958 erstellte Materialseilbahn Stillberg—Hüttiboden völlig renoviert werden (Tragseilverankerung, Stationierung der Winde).

#### *Spezielle Kriech- und Gleitschneeuntersuchungen (Versuchsfeld Matte, Davos-Frauenkirch)*

Die Schneedruck- und Gleitmessanlage verzeichnete nur mässige Schneehöhen (mittl. Maximum 70—90 cm). Die Schneedrücke fielen daher mit einer Ausnahme bescheiden aus. Ein Gleitschneerutsch staute sich hinter einem Werk mit 1 m breiter bergseitiger Terrasse und bewirkte die Zunahme des Schneedruckes innerhalb eines Monats von 0 auf 15,2 kN/m' (6,9 kPa) unter Schneehöhenzunahme von 60 auf 90 cm.

#### *Holzkonservierung im Lawinenverbau*

Die Rohauswertung der langjährigen Beobachtungsreihen konnte abgeschlossen werden, eine Publikation ist in Arbeit.

#### *Gebirgswald und Lawinen*

Vorbereitung und Durchführung des internationalen Seminars Gebirgswald und Lawinen (IUFRO) lag weitgehend in den Händen der Sektion III. (Vergleiche Abschnitt IV.)

#### **Sektion IV: Physik von Schnee und Eis (Chef: Dr. W. Good)**

Die Arbeiten der Sektion IV waren durch die Beurlaubung von Dr. Good eingeschränkt. Davon betroffene Programmpunkte wurden aber mindestens bezüglich der Datenbeschaffung und Rohbearbeitung fortgesetzt.

#### *Strukturentwicklung der natürlichen Schneedecke*

Wie 1976/77 wurden auch im Winter 1977/78 zu den Profilterminen Schneeproben aus ausgezeichneten Schichten des Standard-Schneeprofils (Versuchsfeld Weissfluhjoch) entnommen. Sie wurden einerseits zu Ultradünnnschnitten verarbeitet und anderseits mechanisch untersucht (Dichte, Zugfestigkeit). Die zeitliche Entwicklung des Gefüges kann mittels der Dünnschnittanalyse numerisch verfolgt werden, und die Änderung der Zugfestigkeit ist als analytische Funktion angehbar. Bezuglich des Gefüges lassen sich Parameter aus der zeilenweisen Dünnschnittabtastung und aus einem Programm der gebietsweisen Formerkennung ableiten. Beide Parametersätze ergeben, der Festigkeitsentwicklung gegenübergestellt, an-

nähernd gleiche Beziehungen. Die Auswertungen sind noch im Gang. An der Tagung über Schnee- und Eismechanik ist ein erster Bericht erstattet worden. Wenige Proben wurden nachträglich künstlichen Veränderungen unterworfen (Alterung), um die Koppelung struktureller und mechanischer Parameter auch bezüglich solcher Beeinflussungen nachzuweisen. Die Resultate bestätigen die Reproduzierbarkeit der Beziehungen. Von einer natürlichen mehrjährigen Schneedecke (Hochlagenfirn Colle Gnifetti/VS) wurden ebenfalls einige Proben untersucht. (Vorläufige Berichterstattung SNG-Tagung Brig 1978). Eine systematische Überprüfung galt der Stabilität von Schnittpräparaten und der Aufnahmeapparatur über längere Perioden (Monate). Sie erwies sich als sehr gut.

#### *Zerstörungsfreie Messung des Schneegefüges*

Die Möglichkeit einer Untersuchung des Schneegefüges mit Hilfe einer Schallsondierung wurde vorerst anhand der spärlichen Literatur über die Schallausbreitung in porösen Medien untersucht. Es liegen Arbeiten vor, die Grenzwerte der Schallgeschwindigkeit und der Schalldämpfung in Röhren in Funktion von Frequenz und Durchmesser angeben, und es ist ein numerisches Verfahren gefunden worden, das erlaubt, diese Grösse auch in komplizierteren Porenformen zu berechnen. Von der experimentellen Seite wurde das Problem mit einem Kundt'schen Rohr angegangen, das eine Messung der Schallgeschwindigkeit und -Impedanz ermöglicht. Erste Messungen zeigten ermutigende Resultate.

#### *Statistische Lawinenprognose*

Als weiterer Test wurde das zweistufige Prognosenmodell von Bois-Obled (Grenoble) implementiert und in einen «quasi-operationellen» Betrieb gegeben. In einer ersten Entscheidungsstufe werden die eingegebenen aktuellen Schnee- und Wetterdaten durch den Computer einem von mehreren möglichen Wettertypen zugewiesen. Anschliessend wird innerhalb des Wettertyps durch lineare Diskriminierung die Wahrscheinlichkeit für den laufenden Tag als Lawinentag oder Nichtlawinentag bestimmt. Der Lawinentag (mindestens 1 beobachteter Lawinenniedergang in der Region Davos) wurde mit etwa 70—80 % Wahrscheinlichkeit vorausgesagt, ein ansprechendes, aber noch nicht voll befriedigendes Resultat.

Für 1978/79 ist eine laufende Registrierung der Schneefallintensität angesetzt worden, eine Grösse, die für den Gebrauch des Prognosenmodells erforderlich ist.

#### *Formerkennung in der Fernerkundung (Remote Sensing)*

Eine erste Arbeit mit der Mikrowellen-Gruppe der Universität Bern (Prof. Schanda, Dr. Hofer) im Versuchsfeld Weissfluhjoch ist mit zwei Publikationen abgeschlossen worden. Sektion IV hat u. a. die Computerauswertung beigetragen. Es gelang, die multispektrale Mikrowellenemission der Schneedecke mit verschiedenen Zuständen der Oberfläche in Verbindung zu bringen (Neuschnee-Altschnee, kalt, warm, nass). Die ursprünglich erhoffte Korrelation mit Strukturdaten der Schneoberfläche erwies sich als nicht durchführbar, da die verschiedenen Frequenzen sehr ungleich in Schnee eindringen.

Die Behandlung (Formerkennung) von *Ausaperungsbildern* aus dem Dischmatal und von Kanada ist nur soweit vorangetragen worden, dass das Datenmaterial mit dem IMAGE-100 zur weiteren Bearbeitung mit den Rechnern pdp-11 und CDC 6000 bereitgestellt wurde. Die Unterlagen für eine digitale Auswertung der Orthophotos des Dischmatals sind damit vorhanden, und eine erste Übersichtsauswertung deutet die Möglichkeit der Analyse an.

### *Rechenanlage pdp-11*

Neben der Betreuung und Wartung dieser Anlage wurde eine weitere Rechenmöglichkeit geschaffen. Die Erweiterung des Multiplexes am Rechenzentrum der ETH ermöglichte es, über das VENUS-Vielfachzugriffssystem einen direkten Anschluss an das Rechenzentrum und dessen vielfache Dienstleistungen zu erhalten. Damit stehen dem Institut umfangreiche Programmbibliotheken zur Verfügung und die Möglichkeit, die grossen Programme wie «MASTER», «STATIK» und «finite Elemente» von Weissfluhjoch aus zu rechnen. Für die Zukunft ergibt sich auch ein direkter Zugriff zu den verschiedenen am RZETH in Aufbau begriffenen Datenbanken.

### *Verschüttetensuchgeräte*

Ein aus Deutschland stammendes Gerät, VS REDAR, wurde einem gleichen Test unterzogen (Feldprüfung) wie die bisher geprüften Geräte, Förster, Pieps 1 und VS 68.

## **III. Lawinendienst, Technische Dienste, Dokumentation und Administration**

### *Lawinendienst: (Leiter M. Schild)*

Vom 2. Dezember 1977 bis zum 12. Mai 1978 wurden 52 *Lawinenbulletins* ausgegeben (Vorjahr 56). Schadenfälle ereigneten sich gesamthaft etwa 300. In Lawinenunfälle wurden etwa 200 Personen verwickelt, davon erlitten 44 den Tod und 43 wurden verletzt. Es handelte sich also um einen opferreichen Winter — den viertschlimmsten bezüglich der Zahl der Toten seit 1945 und den schlimmsten bezüglich touristischer Opfer (38 Skifahrer und 4 Auto-Skifahrer). Zahlreiche ausserordentliche Lawinen gingen nieder — glücklicherweise ohne Opfer (Lötschberg, Reckingen, Verbier). Verschiedenenorts wurden nicht gesperrte Pisten überflutet (Les Mosses, Anzère u. a.).

Aus diesen Ereignissen sind eine Reihe von Problemen erwachsen:

- Die Sicherheit von Pisten und touristischen Anlagen genügt nicht überall den Erfordernissen.
- Es besteht der Ruf nach einer Verlängerung der Bulletinsreihe in den Frühling hinein.
- Die Verbreitung der Lawinenbulletins durch die Medien gibt Anlass zu Kritik. (Verstümmelung, fehlende Durchgabe im Fernsehen).

- Die Information und Ausbildung von Bergführern, Skilehrern, Touren- und Lagerleitern im Lawinendienst muss überprüft werden.

Diesen Fragen ist das Institut, im besonderen der Lawinendienst, nachgegangen, wobei bereits einige Teilresultate erzielt wurden.

*Technischer Dienst (Leitung: Dr. O. Buser), Dokumentation (Leitung: Dr. B. Salm), Administration*

Neben dem Aufbau und Unterhalt von Versuchseinrichtungen ist der Technische Dienst in vermehrtem Mass für Feldaufnahmen beigezogen worden (Fundationsversuche). Der Literaturdokumentationsdienst hat über die Bibliothekswartung hinaus Literaturzusammenstellungen für den Eigenbedarf angefertigt, aber auch in vermehrtem Mass auswärtige Interessenten mit Literaturinformation bedient. Im Sektor der Bilddokumentation ist die Herausgabe einer französischen Version des Films «Lawinen — Gefahr für den Skifahrer» zu erwähnen sowie die Neuaufnahme einer Bildserie über die Schneeeumwandlung. Eine militärische Lehrschrift («Lawinenkunde») ist unter Mitwirkung des Instituts verfasst worden (B. Salm). Die administrativen Dienste (Rechnungsführung, Sekretariat) haben, wie auch die vorgängig erwähnten Dienste, mit unermüdlichem Eifer den Umsatz des Instituts in allen Bereichen gemeistert.

#### **IV. Beziehungen des Instituts nach aussen**

##### *Inlandtätigkeit*

##### *Gutachten und Aufträge der Praxis*

Obgleich praktisch alle Begutachtungen seit 1977 dem Bund voll zu entschädigen sind, hat sich die Zahl der Aufträge erhöht (110, Vorjahr 95).

Sie verteilen sich wie folgt auf Themen und Bearbeiter:

##### *Gutachten 1977/78 (1. Oktober)*

	I	II	III	IV	LD	Total
Schneeverhältnisse, Schneelasten	10	1	—	—	1	12
Unfälle, Schäden	—	1	—	—	8	9
Künstliche Lawinenauslösung	—	—	—	—	4	4
Gefahrenkarten, Zonenpläne	—	11	—	—	1	12
Touristische Anlagen	—	6	—	—	22	28
Strassen, Bahnen	—	13	—	—	—	13
Kraftanlagen, Militäranlagen	1	4	—	—	2	7
Lawinenverbau, Aufforstung	—	5	1	—	—	6
Werkprüfung	—	2	—	—	—	2
Verschiedenes	—	13	—	1	3	17
	11	56	1	1	41	110

### *Laufende Beobachtungen für andere Stellen (Sektion I)*

- Tägliche Wetterbeobachtung für die MZA (3 Termine)
- Messung der Firnrücklage im Silvrettagebiet für die Schweiz. Gletscherkommission
- Überwachung der Radioaktivität der Luft für die Zentralstelle Freiburg.

### *Kurse, Tagungen, Vorträge*

Es sind nachfolgend *in der Schweiz* abgehaltene mit Referenten oder Funktionären beschickte Anlässe, auch solche von internationalem Charakter, angeführt.  
(\* durch das Institut SLF organisiert, § Internationaler Anlass)

19./20. 10. 1977	Tagung der Hydrolog. Kommission SNG, Rheinfelden (P. Föhn)
3.—11. 11. 1977	* Mw.- und Rak.Rohr-Kurs Walenstadt/Weisstannen (Lawinenauslösung) (M. Schild)
12./13. 11. 1977	Lawinenrettungskurs Graubünden, Davos (M. Schild)
14. 11. 1977	Schneekartierung und -abfluss. Vortrag Geogr. Inst. Univ. Zürich (J. Martinec)
24.—27. 11. 1977	* Instruktionskurs 30a für Beobachter EISLF, Davos (E. Beck, H. J. Etter, H. Frutiger, S. Gliott, M. Heimgartner, M. de Quervain, M. Schild)
12.—15. 12. 1977	Lawinenhundeführerkurs SAC Trübsee/Bernina (M. Schild)
8.—13. 1. 1978	§* Internat. Lawinenkurs des EISLF, Davos (110 Teilnehmer, 26 Ausländer) (ganzes Institut)
24.—26. 1. 1978	§ Lawinenkurs IKAR, Montana (M. Heimgartner)
13.—17. 3. 1978	§* Lawinenseminar mit Vertretern Deutscher Lawinenkommissionen (Deutscher Skiverband), Davos (O. Buser, P. Föhn, H. Frutiger, H. Gubler, M. de Quervain, M. Schild)
4. 7. 1978	Eidg. Schnee- und Lawinenforschungskommission Davos (Referate P. Föhn, J. Martinec)
6.—8. 9. 1978	Tagung Arbeitsgruppe für Lawinenverbau, Tessin (H. Frutiger, M. Heimgartner)
25.—30. 9. 1978	§* Internationales Seminar «Gebirgswald und Lawinen» im Rahmen der IUFRO (P. Föhn, W. Frey, H. Frutiger, H. in der Gand, M. de Quervain, J. Rychétnik, B. Salm)
18.—23. 9. 1978	§ 15. Internat. Tagung «Alpine Meteorologie» Grindelwald (P. Föhn)
14.—16. 9. 1978	§ Internat. Kommission für Schnee und Eis. Officers Meeting. Riederalp (M. de Quervain, B. Salm)

Eine besondere erstmalige Veranstaltung war das mit etwa 12 Vertretern Deutscher Lawinenkommissionen auf deren Wunsch in Davos abgehaltene mehrtägige Seminar (März 1978). Es diente einem tiefschürfenden Erfahrungsaustausch über alle Fragen der Lawinensicherung und war für beide Teile gewinnbringend.

Das Internationale Seminar «Gebirgswald und Lawinen» bildete die erste Aktivität der Arbeitsgruppe Schnee und Lawinen der Internationalen Union für Forstliche Forschungsorganisationen (IUFRO) (Vorsitz H. in der Gand, EISLF). Mitbeteiligt war die Gruppe Waldbau (Vorsitz Dr. E. Ott, Institut für Waldbau ETHZ). Es vereinigte 32 Teilnehmer aus 9 Ländern und wurde durch Dir. M. de Coulon (Patronat) und Prof. Dr. H. Leibundgut (ETHZ) eröffnet.

Zu den laufenden Inlandaktivitäten zählt ferner die *Lehrtätigkeit* an der ETH Zürich «Schneekunde, Lawinenkunde, Lawinenverbau», mit Übungen und Exkursionen (Prof. M. de Quervain) und die Mitwirkung in *Fachkommissionen*: Gletscherkommission, Hydrologische Kommission der SNG (Sekretär P. Föhn), Arbeitsgruppen für operationelle Hydrologie (J. Martinec), für gefährliche Gletscher (B. Salm), Interverband für Rettungswesen (M. Schild) und andere Gremien.

### *Auslandtätigkeit und internationale Verbindungen*

Das Institut stellt Funktionäre in folgenden internationalen Organisationen: «International Glaciological Society» (M. de Quervain, B. Salm).

«International Commission on Snow and Ice» (B. Salm, Vorsitz Division of Seasonal Snow Cover and Avalanche).

«International Union of Forestry Research Organisations» (IUFRO) (H. in der Gand, Vorsitz Arbeitsgruppe Lawinen). «Snow Traction Mechanics Committee», der Internat. Society for Terrain-Vehicle Systems (B. Salm).

Eine Reihe internationaler Anlässe im Ausland, z. T. durch die genannten Organisationen veranstaltet, wurden mit Delegierten beschickt.

11./12. 10. 1977	Pistenkongress Innsbruck/Ö (M. Heimgartner)
17.—21. 10. 1977	Symposium über Sprengarbeiten, Bauska Bystrica, CSSR (H. Gubler)
1. 12. 1977	Seminar «Anwendung der Fernerkundung in der Hydrologie» Ispra, Varese (J. Martinec)
21. 2. 1978	Fernerkundung der Schneedecke für Abflussberechnungen, Univ. München (J. Martinec)
10.—31. 3. 1978	Regional Training Seminar on Ice, Snow and Avalanches, Manali, Himachal Pradesh, Indien (B. Salm)
13.—17. 3. 1978	Universität Pisa. Hydrologievorlesungen (J. Martinec)
11.—15. 4. 1978	Deuxième rencontre internationale sur la neige et les avalanches, Grenoble, Frankreich (P. Föhn, H. Gubler, M. Heimgartner, M. de Quervain)
14./15. 4. 1978	Central Water and Power Research Station und Research and Development Org. Ministry of Defence, Poona, Maharashtra, Indien (B. Salm)
10.—12. 5. 1978	Treffen Lawinenwarndienste Innsbruck (M. Schild)
19.—24. 6. 1978	Internat. Symposium «Isotopenhydrologie» Neuberg/München (J. Martinec)
12.—26. 8. 1978	Internat. Glaciological Society (Internat. Tagungen über Gletscherbett und Dynamik grosser Eismassen, Ottawa, Canada (M. de Quervain, als Präsident)
18.—20. 9. 1978	Begehung Lawinenverbauungen Vorarlberg und Tirol (H. Frutiger)

Der Trainingskurs über Eis, Schnee und Lawinen in Manali (Indien) bildete eine von der Unesco finanzierte Aktivität der «Division of Seasonal Snow Cover and Avalanches» der Internationalen Kommission für Schnee und Eis. Er be- zweckte die Einführung von 26 Kursteilnehmern aus 5 Himalaya-Ländern in theoretische und praktische Schnee- und Lawinenkunde und Glaziologie durch Instruktoren aus Indien, Kanada, Norwegen, der Schweiz und der UdSSR. Dr. B. Salm betreute das Lawinenprogramm. Mit allen Vorbereitungen brachte diese internationale Aufgabe dem Institut einen erheblichen Arbeitsaufwand.

Lebhaft war wieder das Besucherinteresse aus dem Ausland. Neben verschiedenen fachlich interessierten Wissenschaftlern aus England, USA, Frankreich, Deutschland, Österreich, Indien und Japan, die z. T. einige Tage auf Weissfluhjoch verbrachten, und Gruppen ausländischer Rettungsdienste erschienen auch Delegierte östlicher Regierungen, so eine Gruppe sowjetischer Beamter und, zeitlich wohlgetrennt, eine Mission aus der Chinesischen Volksrepublik im Institut.

### *Publikationen und Berichte*

Fortsetzung von «Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen», Jahrgang 129, 1978 (Nr. 10), S. 861—875; nachgeführt bis Ende September 1978.

### *Publikationen*

«Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 1976/77» (Nr. 41). Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung. Verlag: Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern. Inhaltsübersicht: Einleitung, S. 3 (M. de Quervain). Wetter und Klima, S. 5—27 (P. Föhn und E. Beck). Schnee und Lawinen in der Region Davos, S. 28—39 (P. Föhn und E. Beck). Schnee- und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet, S. 40—87 (M. Schild und S. Gliott). Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden, S. 88—139 (M. Schild, H. J. Etter und S. Gliott). Besonderer Beitrag: Die Beurteilung der Lawinenunfälle des Winters 1976/77 aus medizinischer Sicht, S. 140/141 (P. Segantini). Auszug aus dem Tätigkeitsbericht des Institutes für Schnee- und Lawinenforschung 1976/77, S. 142 (M. de Quervain).

### *Mitteilungsreihe des EISLF*

- Nr. 35 Gubler, H. Künstliche Auslösung von Lawinen durch Sprengungen. Oktober 1977, 53 S.
- Nr. 36 Gubler, H. Künstliche Auslösung von Lawinen durch Sprengungen. Eine Anleitung für den Praktiker. September 1978, 35 S.

### *Einzelarbeiten*

- Buser, O. Charge separation by collision of ice particles on metals: Electronic surface states. *J. Glaciol.* (im Druck).
- Jaccard, C. Wahrscheinlichkeit und Ergiebigkeit von Grossschneefällen im Gebirge, insbesondere in der Region Davos. Veröff. MZA/ZH Nr. 40,
- Föhn, P.

- Föhn, P.  
Hächler, P. 1978, 15. Int. Tag. Alpine Met., Grindelwald 19.—23. 9. 1978, S. 288—292.
- Föhn, P.  
Good, W.  
Bois, Ph.  
Obled, Ch. Prévision de grosses avalanches au moyen d'un modèle déterministe-statistique. ANENA, Comptes Rendus, Deuxième Rencontre Int. sur la Neige et les Avalanches, Grenoble 12.—14. April 1978, S. 151—165.
- Föhn, P.  
Good, W.  
Bois, Ph.  
Obled, Ch. Evaluation and comparison of statistical and conventional methods of forecasting avalanche hazard. J. Glaciol. Vol. 19 No. 81 (1977), Symp. Appl. Glaciol., Cambridge 13.—17. Sept. 1976, S. 375—387.
- Föhn, P. Schnee-«Verdunstung» im alpinen Gelände. Aus: Probleme der Bestimmung der Verdunstung. Beiträge z. Geol. d. Schweiz. — Hydrologie. Herausg.: Schweiz. Geotech. Komm. + Hydrol. Komm. d. Schweiz. Nat. forsch. Ges. (im Druck).
- Föhn, P. Avalanche frequency and risk estimation in forest sites. Int. Seminar on Mountain Forests and Avalanches, Davos 25.—28. Sept. 1978 (im Druck).
- Frey, W. On stem bending of young European larches by snow forces. Int. Seminar on Mountain Forests and Avalanches, Davos 25.—28. Sept. 1978 (im Druck).
- Good, W. Siehe Föhn, P. et al.
- Good, W. Probleme des Sender-Empfänger-Prinzips. Symp. Lawinen: Prophylaxe-Ortung-Rettung, Sulden/Italien 26.—30. April 1975, S. 85—108.
- Good, W.  
Brugger, F. L'influence de construction paravent sur le développement et la stabilité du manteau neigeux. ANENA, Comptes Rendus, Deuxième Rencontre Int. sur la Neige et les Avalanches, Grenoble 12.—14. April 1978, S. 231—239.
- Good, W.  
Langham, E. J. Erkennung und Parametrisierung geometrischer Strukturen von ERTS/LANDSAT Bildern. Herbstsitzung 1976, Genf; Verhandlungen Schweiz. Nat. forsch. Ges., S. 88—102.
- Good, W. Structure et résistance à la traction de la neige. (Manuskript). Société Hydrotech. de France, Réunion Grenoble 3—4 mars 1977, 7 S. + 5 Fig. + 2 Tab.
- Good, W. Reconnaissance de forme et classification numérique en télédétection. (Manuskript). Société Hydrotech. de France, Réunion Grenoble 3—4 mars 1977, 9 S. + 2 S. Tab. + 4 S. Fig.
- Good, W.  
Obled, Ch. Recent developments of avalanche forecasting by statistical techniques: a methodological review and some applications to the Parsenn area (Davos, Switzerland). J. Glaciol. (im Druck).
- Good, W.  
Hofer, R. Snow parameter determination by multichannel microwave radiometry. Remote Sensing of Environment (im Druck).
- Good, W.  
Brugger, F.  
Netzer, B. Einfluss der Triebsschneewände auf die Ablagerung und den Aufbau der Schneedecke im Bereich einer Lawinenanbruchzone. Z. f. Gletscherkunde & Glazialgeologie (im Druck).
- Good, W.  
Oeschger, H.  
Schotterer, U.  
Neftel, W.  
Haeberli, W. Das Bohrprojekt auf Colle Gnifetti. Verhandlungen SNG, Band: Glaziologie, 1978 (im Druck).

- Good, W.  
Schanda, E.  
Hofer, R.  
Wyssen, D.  
Musy, A.  
Meylan, D.  
Morzier, C.
- Gubler, H.
- Heimgartner, M.
- Heimgartner, M.
- in der Gand, H. R.
- in der Gand, H. R.
- Martinec, J.
- Martinec, J.  
Moser, H.  
de Quervain, M.  
Rauert, W.  
Stichler, W.
- Martinec, J.
- Martinec, J.
- Soil moisture determination and snow classification with multiwave radiometry. Proc. 12th Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, Manila 1978 (im Druck).
- Artificial release of avalanches by explosives. *J. Glaciol.* Vol. 19 No. 81 (1977), Symp. Appl. Glaciol., Cambridge 13.—17. Sept. 1976, S. 419—429.
- Determination of the mean number of bonds per snow grain of the dependence of the tensile strength of snow on stereological parameters. *J. Glaciol.* Vol. 10 No. 83 (1978), S. 329—341.
- An alternate statistical interpretation of the strength of snow. *J. Glaciol.* Vol. 20 No. 83 (1978), S. 343—357.
- Déclenchement artificiel d'avalanches au moyen d'explosifs, émission acoustique en tant qu'index de diminution de la stabilité. ANENA, Comptes Rendus, Deuxième Rencontre Int. sur la Neige et les Avalanches, Grenoble 12.—14. April 1978, S. 265—274.
- Acoustic emission as an indication of stability decrease in fracture zones of avalanches. *J. Glaciol.* (im Druck).
- On the flow of avalanching snow. *J. Glaciol.* Vol. 19 No. 81 (1977), Symp. Appl. Glaciol., Cambridge 13.—17. Sept. 1976, S. 357—363.
- Sur l'efficacité des tabliers des ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement. ANENA, Comptes Rendus, Deuxième Rencontre Int. sur la Neige et les Avalanches, Grenoble 12.—14. April 1978, S. 225—229.
- Wald als Lawinenschutz. Mitt. 125. Heft (1978), Forstl. Vers. Anst., Wien, S. 113—127.
- Distribution and structure of snow cover under trees. Int. Seminar on Mountain Forests and Avalanches, Davos 25.—30. Sept. 1978 (im Druck).
- Expected snow loads on structures from incomplete hydrological data. *J. Glaciol.* Vol. 19 No. 81 (1977), Symp. Appl. Glaciol., Cambridge 13.—17. Sept. 1976, S. 185—195.
- Assessment of processes in the snowpack by parallel deuterium, tritium and oxygen-18 sampling. Publ. No. 118, IAHS (1977), Symp. Isotopes and Impurities in Snow & Ice, Grenoble Aug./Sept. 1975, S. 220—231.
- Snowmelt hydrographs from spatially varied input. Proc. 3d Int. Hydrol. Symp., Fort Collins/USA 1977 (IAHS-AGU-Unesco) (im Druck).
- A method for assessing the water balance in the alps. 2d meeting of Hydrol. Problems in Europe, Bruxelles 1977 (WMO-Unesco) (im Druck).

- Martinec, J. Hydrological basin models. Advanced Seminar on Remote Sensing Applications in Agriculture and Hydrology. Commission of the European Communities, Ispra, EURATOM 1977 (im Druck).
- Martinec, J. Possibilities and obstacles in the hydrological exploitation of satellite data. WMO-Publ.: «Snow studies by satellites», Schweiz. Nationalbericht (im Druck).
- Martinec, J. A snowmelt-runoff model for computing the daily discharge from temperature data. Casebook on the application of the results of research in representative and experimental basins, Tech. Doc. in Hydrol., Unesco (im Druck).
- Martinec, J. Study of snowmelt-runoff components using isotope measurements. Meeting-Workshop on modeling of snow cover runoff, CRREL Hanover/USA 1978 (im Druck).
- Herrmann, A.  
Stichler, W.
- de Quervain, M. Siehe Martinec, J. et al.
- de Quervain, M. Bericht über die Tätigkeit des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung 1976/77. Schweiz. Z. Forstwesen, Jg. 129 Nr. 10 (1978), S. 861—875.
- de Quervain, M. Für den Lawinenfall wesentliche Lawineneigenschaften. in: «Lawinen», Tag. f. d. med. Aspekte des Lawinenunfalls, Kantonsspital Zürich, 27. Nov. 1976, Juris-Druck + -Verlag Zürich, S. 23—33.
- de Quervain, M. Grundsätzliche Fragen zur Detektion von Lawinenverschütteten. Symp. Lawinen: Prophylaxe-Ortung-Rettung, Sulden/Italien 26.—30. April 1975, S. 46—55.
- de Quervain, M. Lawinen-Atlas. Bebilderte Lawinenklassifikation (in 5 Sprachen) zusammen mit Int. Arbeitsgruppe für Lawinenklassifikation ICSI, Unesco, Dept. of Environment (im Druck).
- de Quervain, M. Avalanches with respect to forest plants and forest stand. Int. Seminar on Mountain Forests and Avalanches, Davos 25.—30. Sept. 1978 (im Druck).
- Rychetnik, J. Determination of snow distribution and avalanche activity by remote methods. Int. Seminar on Mountain Forests and Avalanches, Davos, 25.—30. Sept. 1978 (im Druck).
- Salm, B. Snow forces. J. Glaciol. Vol. 19 No. 81 (1977), Symp. Appl. Glaciol., Cambridge 13.—17. Sept. 1976, S. 67—100.
- Salm, B.  
Schwarzenbach, F. Zwei Lawinenfilme im Dienst der alpinen Sicherheit. in: Für die Sicherheit im Bergland, Jahrbuch 1977, Österr. Kuratorium für alpine Sicherheit, Wien, S. 50—53.
- Salm, B. Snow forces on forest plants. Int. Seminar on Mountain Forests and Avalanches, Davos 25.—30. Sept. 1978 (im Druck).
- Schild, M. Bisherige Erfahrungen in der Praxis der Lawinenrettung. Symp. Lawinen: Prophylaxe-Ortung-Rettung, Sulden/Italien 26.—30. April 1975, S. 56—84.
- Schild, M.  
Gansser, F. Stand und Organisation von Lawinenprophylaxe und Lawinenrettung. Symp. Lawinen: Prophylaxe-Ortung-Rettung, Sulden/Italien 26.—30. April 1975, S. 18—40.

## *Interne Berichte*

- 556 Martinec, J. Bericht über den Besuch der amerikanischen Behörde für Welt-  
raumflüge (NASA) und über das 3. Int. hydrologische Symposium in  
Fort Collins/USA, 17.—30. Juni 1977. Nov. 1977, 10 S.
- 557 Gubler, H. Messung der Ansprechempfindlichkeit in Schnee der verschiedenen  
in der Schweiz üblicherweise zur künstlichen Lawinenauslösung  
verwendeten Geschosszünder. April 1978, 10 S.
- 558 de Quervain, M. Einführungsvorlesung ETH/ZH: Schneekunde, Lawinenkunde, La-  
winenschutz. März 1978, 180 S.
- 559 Good, W. Feldversuche zur Ermittlung von Gerätecharakteristika des Ver-  
schüttetensuchgerätes REDAR Nov./Dez. 1977. April 1978, 10 S.
- 560 Buser, O.  
Beck, E. Erzeugung von künstlichem Schnee anlässlich des «Wettschiessens»  
vom 17. Dezember 1977 in Engelberg. Mai 1978, 9 S.

## *Externe Berichte (soweit direkt im Zusammenhang mit dem EISLF)*

- 2360 Wälchli, O. Prüfung des Eindringvermögens von 3 Holzschutzsalzen ohne Ar-  
sen. EMPA St. Gallen, Prüfungsbericht Nr. 23 0811, Dez. 1977, 9 S.
- 2361 Wälchli, O. Prüfung auf Vermorschungszustand und event. Art der Holzzerstö-  
rer. EMPA St. Gallen, Untersuchungsbericht Nr. 23 0759, Dez. 1977,  
15 S.
- 2263 EMPA  
St. Gallen Untersuchungen von Kupferdrähten, Rein-Aluminium-Rondellen,  
Kegelspitzen aus Stahl. EMPA St. Gallen, Untersuchungsbericht Nr.  
38 157, April 1970, 7 S.
- 2366 Wälchli, O. Untersuchung der natürlichen Pilzresistenz von Bongossi- sowie  
Föhren- und Lärchenholz verschiedener Provenienzen. EMPA Sankt  
Gallen, Untersuchungsbericht Nr. 23 0849/I, Juni 1978, 13 S.
- 2367 Wälchli, O. Prüfung der Auslaugbeständigkeit von 4 arsenfreien Holzschutz-  
mitteln: Basilit KM, Basilit CFK, Wolmanit B, Wolmanit CBP.  
EMPA St. Gallen, Untersuchungsbericht Nr. 23 0880, Juni 1978, 9 S.