

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 139 (1988)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Bericht über die Tätigkeit des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung 1986/87  
**Autor:** Jaccard, Claude  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766706>

### **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:** 21.01.2026

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

## **Bericht über die Tätigkeit des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung 1986/87**

Von *Claude Jaccard*, CH-7260 Weissfluhjoch/Davos

Oxf.: 423.5:945.4

### **1. Allgemeines und Personelles**

Die Mutationen unter dem Institutspersonal blieben im üblichen Rahmen. Am 2. Februar 1987 wurde Dipl. Kulturing. ETH A. Burkard für die Sektion II angestellt, als Nachfolger von E. Sommerhalder, der am 30. April 1987 altershalber zurückgetreten ist. An diesem Tag verliess Frl. A. Junginger, Sekretärin der Sektion III, das Institut und wurde am 1. Juli 1987 durch Frl. U. Stirnemann ersetzt. Am Ende der Berichtsperiode tritt Frl. D. Fuchs, Sekretärin auf dem Weissfluhjoch, zurück.

Unter den Hilfskräften waren folgende Mitarbeiter tätig: Dipl. Forsting. ETH H. Imbeck und Dipl. Agrotech. G. Schneiter (beide ab 1. Oktober 1986, Sektion III), Dr. sc. nat. H.-P. Bader (ab 2. Oktober 1986, Sektion II), stud. meteor. S. Lorenz (3. November 1986 bis 8. Mai 1987, Sektion I), Dipl. Ing. HTL P. Weilenmann (1. Februar bis 31. Mai und ab 1. September 1987, Sektion III und II), stud. ing. HTL B. Spycher (2. März bis 13. März 1987, Sektion I), stud. ing. HTL L. Falchetto (4. Juni bis 3. Juli 1987, Sektion I und IV), Dipl. Phys. O. Bachmann (bis 30. Juni 1987, Sektion II), stud. ing. HTL G. Ziltener (7. Juni bis 24. Juli 1987, Tech. D. Informatik), eine Arbeitsgruppe aus Italien (2 Mann, 427 Arbeitstage, Sektion III) und verschiedene Studenten (Feldarbeiten, Auswertungen).

Zahlreiche an Schnee und Lawinen interessierte Personen aus akademischen oder amtlichen Kreisen der Schweiz und des Auslandes haben das Institut kurzfristig besucht, insbesondere Herr Bundesrat F. Cotti, Chef des Departementes des Innern, der am 13. August 1987 im Laufe eines Informationsrundfluges einige Stunden auf dem Weissfluhjoch verbrachte.

### **2. Wissenschaftliche und technische Arbeiten**

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

##### *Schneeverfrachtung*

Die in den letzten Wintern ausgemessenen Geschwindigkeits- und Schneeflussprofile am Grat wurden zusammengefasst und die ersteren einer allgemeinen Spektrumsanalyse unterworfen, wobei die typischen Häufungen bei 10 Sekunden (Böen) und rund

12 Stunden auftraten. Die Abweichungen der horizontalen Windgeschwindigkeit vom logarithmischen Normalprofil konnten vorerst qualitativ der Geländeform zugeordnet werden.

#### *Schnee-, Lawinendatenbank Schweiz*

Der interne EDV-Zugriff auf die aktuellen Winterdatensätze konnte durch entsprechende Interfaces und Datenträger verbessert werden. Die Struktur von EDV-gerechten, aufbereiteten Datensätzen wurde studiert, doch konnte noch keine definitive «Datenbank-Form» gefunden werden.

#### *Schneedeckenstabilität*

Um die wichtige Frage der räumlichen Repräsentativität von Schermessungen zu prüfen, wurden vereinzelt an Lawinenanrissflächen Punktmessungen in regelmässigen Abständen durchgeführt. Da einerseits das Messverfahren Streuungen von 20 bis 30% aufweist, andererseits die Variabilität durch natürliche Gegebenheiten ebensoviel oder mehr betragen kann, lieferten die wenigen Messungen noch keine schlüssigen Resultate.

#### *Wassertransport in der Schneedecke*

Die Durchsickerung von Schmelzwasser wurde anhand von Schneefeuchteprofilen angegangen, wobei vorerst durch verschiedene Vergleichsmessungen (ETH, Universität Innsbruck, Universität Bern, SLF) die Genauigkeit und Verwendbarkeit verschiedener Messgeräte geprüft werden musste. Die so gemessenen Schneefeuchteprofile zeigen, dass die Schneefeuchte auch bei isothermer Schneedecke (0 °C) sich im Bereich von 1 bis 5 Vol.% bewegt, also Werte, die nach Literaturangaben die Festigkeit von Schnee nur geringfügig beeinflussen dürften.

#### *Regionale Schneemengenverteilung*

Die regionalisierte Schneelastenkarte der Schweiz wurde nach den letzten Änderungen für den Druck der SIA-Norm 160 vorbereitet. Für eine genauere Auswertung der Schneeverteilung im Alpenraum und Beurteilung der Repräsentativität der Punktmessungen konnte die Mitarbeit der ETH und der Universität Zürich im Rahmen eines anlaufenden Nationalfonds-Projektes gewonnen werden.

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

### *Schnee- und Lawinenmechanik*

#### *Rheologie, Schneestruktur und Metamorphose*

Ausser der Mitwirkung in der Arbeitsgruppe der Internationalen Kommission für Schnee und Eis (ICSI) für die Ausarbeitung einer neuen Schneeklassifikation sind die Arbeiten bis auf weiteres wegen Personalmangels sistiert worden.

#### *Hangstabilität der natürlichen Schneedecke*

Für die auf der Aussenstation Gaudergrat getätigten Messungen sind Vorbereitungsarbeiten für eine umfassende Auswertung und Analyse vorangetrieben worden. Von den

Resultaten werden aussagekräftige Beziehungen zwischen den gemessenen Wetter- und Schneeparametern und den Lawinenaktivitäten erwartet.

Die Modellierung des Initialbruches bei der Schneebrettbildung wurde von der mikroskopischen und von der kontinuumsmechanischen Seite angegangen. In der mikroskopischen Betrachtungsweise wurde der duktile Bruch unter Verwendung von Schneestrukturparametern (Elementarstruktur, Kettenmodell, Koordinationszahl und Bindungsfestigkeit), Setzungs- und Temperaturverhältnissen untersucht. Bei den letzteren wurde die Veränderung des Temperaturprofils infolge Veränderung der Oberflächentemperatur und des Neuschneezuwachses mitberücksichtigt. Dies geschah mit analytischer und numerischer Behandlung der Wärmeleitung für verschiedene Randbedingungen und Schichteigenschaften. Die kontinuumsmechanische Modellierung des Initialbruches zwischen rein duktilem und beginnendem sprödem Bruch brachte einige bemerkenswerte Ergebnisse zum Vorschein: Ohne eine *a priori* vorhandene schwache Zone, in welcher Schubspannungen nur ungenügend übertragen werden können, scheint eine Schneebrettauslösung gar nicht möglich. Schon vor längerer Zeit wurde dies aus Feldversuchen postuliert und in übereinstimmender Weise eine minimale Zonengrösse von Metern als Bedingung für eine Lawinenauslösung gefordert. Die Ermittlung eines Stabilitätsindex aus einer örtlichen Scherfestigkeitsmessung scheint daher fragwürdig.

#### *Radarmessungen an der Schneedecke*

Radarmessungen des Schneedeckenaufbaus wurden routinemässig durchgeführt. Im Wald gaben 15 Längsprofile Auskunft über den räumlichen Einfluss der Waldstruktur auf die Schneedecke. Im Versuchsfeld auf Weissfluhjoch konnte mit einer ortsfesten Einrichtung die zeitliche Entwicklung beobachtet werden. Verbesserungen erzielte man in der automatischen «Bitmap»-Darstellung und für die Interpretation der empfangenen Signale.

In Lawinenanrissgebieten im Mattenwald und auf dem Stillberg wurden ortsfeste automatische Radar-Zeitprofil-Messanlagen aufgebaut. Sie sind zum Teil ergänzt durch meteorologische und mikroseismische Messeinrichtungen. Die Messwerte werden dabei laufend per Funk auf Weissfluhjoch übertragen und können auf allen Arbeitsstationen dargestellt werden.

#### *Lawinenmechanik*

Während des Winters 1986/87 konnte im Versuchsgebiet Lukmanier wegen der geringen Lawinenaktivität nur zweimal gemessen werden. Damit war es nicht möglich, wesentliche neue Resultate zu gewinnen.

Auf einem semiempirischen Granulatströmungsmodell beruhende Lawinenberechnungen wurden weitergeführt und verfeinert. Als Parameter müssen dabei nur das Lawinenvolumen (Anrisshöhe und -fläche), die Geländetopographie und die Bodenrauigkeit eingeführt werden. Es zeigte sich, dass alle Trockenschneelawinen mit guter Genauigkeit so simuliert werden können.

Am Projekt Dynamik der Staublawinen (Gemeinschaftsprojekt VAW-ETHZ und SLF mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds) wurde mit der verbesserten Modellversuchstechnik weitergearbeitet, insbesondere hinsichtlich Sedimentation des Schnee-Aerosols.

Die Versuche auf der Schneegleitbahn zum Bremsvermögen von Stützwerten konnten abgeschlossen werden. Es liegen nun konkrete Vorschläge für optimale lichte Weiten

bei Schneebrücken, -rechen und -netzen vor, welche Eingang in die revidierten Richtlinien für den Stützverbau (1988) finden werden.

### *Waldlawinen*

Die Feldstation Mattenwald wurde weiter betrieben, und es wurden Anpassungen vorgenommen (siehe auch unter «Radarmessungen an der Schneedecke»). Zusätzlich wird jetzt auch der Abfall von auf Bäumen abgelagertem Schnee im Zusammenhang mit den Witterungsverhältnissen gemessen. Sämtliche bisherigen Beobachtungen, Folgerungen aus den Messungen inklusive Hypothesen sind — vorläufig für den internen Gebrauch — zusammengestellt.

Eine der zentralsten Fragen bezüglich Waldlawinen gilt der Stabilität der Schneedecke im mehr oder weniger aufgelichteten Wald. Deshalb wurde damit begonnen, im Bereich von Bäumen und in möglichen Anrissgebieten Schub- und Druckmessungen an der Basis von Neuschneesichten zu messen. Gleichzeitig wurden Sensoren zur Erfassung von mikroseismischen Ereignissen (Stabilitätsindikator) eingebaut. Für die kommenden Winter ist ein auf fünf Druck- und Schub- und drei Deformationsplattformen erweitertes Messprogramm vorgesehen. Die mit letzteren gemessenen Schubverformen sind entscheidend für das neue Modell der Schneebrettauslösung (siehe «Hangstabilität der natürlichen Schneedecke»).

Zur besseren und realistischeren Erfassung des Spannungs- und Verformungszustandes der Schneedecke (Einfluss der Bäume) sind auch theoretische Berechnungen vonnöten. Zu diesem Zweck wurde einmal für die Lösung von zweidimensionalen Problemen bei linear viskosen Materialien ein auf der Methode der «Boundary-Elements» beruhendes Rechnerprogramm entwickelt. Andererseits wurde nach sorgfältiger Evaluation ein für dreidimensionale Probleme, nichtlineare Stoffgesetze und nichthomogene Stoffe geeignetes Programm auf Grundlage der Finiten Elemente gekauft. Schliesslich sind verschiedene Feldaufnahmen von aufgetretenen Waldlawinen gemacht worden.

### *Verbauungswesen und Lawinenzonung*

#### *Stützverbau*

Die für die Verbaupraxis wichtigen Foundationsversuche wurden auch in diesem Jahr fortgesetzt. Auf sechs Baustellen wurden über 40 Zugversuche an Mikropfählen durchgeführt. Bei rund 20 Versuchen sind Fragen grundsätzlicher Art geprüft worden. Es zeigte sich dabei, dass

- Injektionen mit Kunststoffen auf Wasserglas-Polymethan- bzw. Isocyanatbasis sich nicht eignen und
- bei Pfählen mit einer Hülle aus Geotextilien Mörtelverluste bei sehr durchlässigen Lockergesteinen drastisch reduziert werden können, ohne dass dabei eine grosse Einbusse an Haftung in Kauf genommen werden muss.

Bei über 20 Verbauungen in der Projektierungs- und Ausführungsphase fand eine technische Betreuung statt.

Eine wichtige Aufgabe unseres Institutes ist es, die von der Industrie vorgeschlagenen Werktypen zusammen mit den Praktikern der Expertengruppe für Lawinenverbau zu prüfen. Im Berichtsjahr wurden sechs neue Modelle in total rund 30 Ausführungsarten geprüft.

### *2.3 Sektion III: Schneedecke und Vegetation (Chef Dr. M. Meyer-Grass)*

#### *Versuche Stillberg*

Die vorhandenen Ausaperungskarten der Versuchsfläche konnten ausgewertet werden. Somit liegen jetzt (mit Ausnahme von vier Wintern) über die Periode 1959 bis 1986 für jede Aufforstungseinheitsfläche (3,5 x 3,5 m) die entsprechenden Ausaperungsdaten vor. Diese Daten erlauben, Mittelwerte und Extremwerte der Ausaperung über beliebig wählbare Perioden zu ermitteln. Dem mittleren Ausaperungsdatum kommt eine signifikante Bedeutung zu, bestimmt es doch weitgehend das Überleben und Aufkommen der jungen Forstpflanzen. Werden die spät ausapernden Gebiete und die lawinenaktiven Teilflächen ausgeschieden, verbleiben 8% der Versuchsfläche, die sich für eine Aufforstung ohne Lawinenschutz eignen. Die Beobachtung der Ausaperungsvorgänge kann den Entschluss über die Zweckmässigkeit einer Aufforstung an einem bestimmten Ort sowie über die Notwendigkeit eines Lawinenverbau unterstützen. Eine erste Auswertung der auch 1987 wieder feststellbaren Differenzierung der Pflanzenentwicklung je nach Standortstypen konnte vorgenommen werden. Die entsprechenden Resultate sollten zusammen mit der EAFV in der vergangenen Berichtsperiode publiziert werden. Aus Gründen, die wir nicht zu vertreten haben, gelang dieses Vorhaben leider nicht. Die bis jetzt vorliegenden Daten sind alle in EDV-Dateien abgelegt und stehen für weitere Auswertungen zur Verfügung. Der langjährige Versuch Stillberg wird auch in den nächsten Jahren weiterverfolgt werden, wobei der Einfluss der Forstpflanzen auf die Schneedecke nun laufend an Bedeutung gewinnt.

#### *Bleisa-Pusserein*

Eine bereits im Dezember aufgebaute, genügend hohe Schneedecke 1986/87 führte in den Fichtenpflanzungen 1982 und 1983 zu einer deutlichen Differenzierung der mechanischen Schneeschäden. In den nicht mit Gleitschutzmassnahmen versehenen Varianten wurden mittlere totale Gleitwege von um 3 m registriert. Dies hatte in diesen Varianten einen deutlich grösseren Anteil an Schädigungen durch Entwurzelung und schneebedingter Überdeckung mit Erdmaterial zur Folge.

Der bereits in den ersten Jahren nach der Pflanzung einsetzende Trend des grösseren, mittleren Höhenzuwachses bei den Topfpflanzen im Vergleich zu den Nacktwurzlern hat sich auch 1986 bestätigt. Der temporäre Stützverbau und die verschiedenen Gleitschutzmassnahmen (Pfähle, Bermen, Schwellen) haben sich wie in den Vorjahren gut bewährt und haben zum Aufforstungserfolg wesentlich beigetragen. Trotz der Gleitschneesituation entstanden keine erwähnenswerten Schäden an diesen Massnahmen. Der Aufwand für Pflege und Unterhalt ist noch immer sehr gering.

#### *Untersuchungen von Waldlawinen*

Im vergangenen Winter erhielten wir rund 20 Meldungen von Waldlawinen, wovon 13 Lawinen an Ort und Stelle untersucht werden konnten. Bei allen Ereignissen handelte es sich um kleine Lawinen, die keinen oder nur geringen Schaden verursachten. Die meisten dieser Lawinen waren bereits aus früheren Jahren bekannt und können somit nicht als Folge der neuartigen Waldschäden betrachtet werden. Die Untersuchungen der vergangenen beiden Winter geben bereits eine Fülle von wertvollen Hinweisen, die zeigen, unter welchen Bedingungen auch im Wald Lawinen entstehen können. Speziell erwähnt seien die Lockerschneelawinen von Mitlödi GL und Innerthal SZ. Diese beiden Beispiele



belegen, dass in extrem steilem Gelände (Neigung über 100%) und bei entsprechenden Witterungsverhältnissen auch in dicht geschlossenen Buchenbeständen Waldlawinen anbrechen können. An diesen Extremstandorten lassen sich Lockerschneelawinen mit rein waldbaulichen Massnahmen nicht vermeiden. Eine grosse Bedeutung bei der Bildung von Waldlawinen kommt der Hangneigung zu. Besonders kritisch sind Neigungen zwischen 75 und 120%, während unter 60% Waldlawinen weitgehend ausgeschlossen sind.

Von acht Anrissgebieten wurden anhand von Luftbildern Kronenprojektionskarten erstellt und der Waldzustand im Sommer erhoben. Dieses Vorgehen bewährte sich recht gut, und es ist vorgesehen, in den beiden folgenden Sommern den Wald bei allen genau bekannten Anrissgebieten in ähnlicher Art aufzunehmen.

Ganz erfreulich war wiederum die gute Zusammenarbeit mit dem Forstdienst. Ohne die rasche Meldung der Förster hätten viele dieser Waldlawinen nicht erfasst werden können.

#### *Schneeablagerung und Schneeverteilung im Wald*

Zu den bereits bestehenden Versuchsflächen im Mattenwald (Davos) wurden in der Berichtsperiode weitere zwei Flächen «Schieferwald» und «Gruobenwald» (Klosters) in die Beobachtungen einbezogen. Die Schneehöhenflächenmittel auf den vier Flächen im Mattenwald zeigen deutlich den Einfluss der Baumarten sowie der Bestandesdichte auf die Schneehöhen im Wald. Im März 1987 wurden im Lärchenwald 83%, im aufgelockerten Fichtenwald 77% und im dichten Fichtenwald 55% des Freilandschneehöhenmittels gemessen. Ein ähnliches Verhältnis ergab sich bereits im Vorjahr. Die in den gleichen Beständen durchgeführten Windmessungen ergeben weder signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Beständen noch Windgeschwindigkeiten, die einen Einfluss auf die Schneeablagerung und -verteilung im Wald haben. Für einen Teil der Messflächen konnten im Sommer Relief- und Bestandesaufnahmen durchgeführt werden, so dass jetzt die Voraussetzungen geschaffen sind, um engere Beziehungen zwischen dem Bestand sowie der Schneeverteilung und dem Schneedeckenaufbau aufzusuchen.

#### *Wiederaufbau von Lawinenschutzwald*

Mit diesem Projekt werden Aufforstungs- und Wiederherstellungsflächen im Hinblick auf den Erfolg der angewandten Schutzmassnahmen gegen Schneebewegungen untersucht. Die Lawinenschutzwirkung von Aufforstungen verschiedener Altersstufen soll abgeschätzt sowie Empfehlungen für Aufforstungs- und Wiederherstellungsarbeiten vor allem bezüglich Schnee und Lawinen sollen ausgearbeitet werden. Verschiedene Klimatypen im Alpengebiet können durch diese Arbeiten in den Regionen Engadin und Bündner Südtäler, Nord- und Mittelbünden, St.-Galler Rheintal sowie im Glarnerland erfasst werden.

Nachdem 1985/86 auch auf Grund der Angaben im Lawinenverbau- und Aufforstungskataster eine Grobbeurteilung der Projektflächen vom Talboden aus vorgenommen wurde, konnte 1986/87 nach der Erarbeitung von weiteren Unterlagen der überwiegende Teil der rund 90 näher zu untersuchenden Flächen begangen werden.

#### *Waldlawinen und technische Schutzmassnahmen*

Die im Vorjahr im Kanton Tessin erhobenen Aufnahmen an den temporären Stützwerken und Gleitschneeschutzmassnahmen konnten über den Winter geordnet werden

und liegen nun in auswertbarer Form vor. Zusammen mit den jetzt dazugekommenen Feldaufnahmen aus dem Kanton Graubünden – 24 Objekte mit einer Verbaulänge von rund 35 km – sind erste Aussagen möglich. Neben vielen erfolgreichen und erfolgsversprechenden Projekten befinden sich unter den Erhebungen doch diverse Verbauungsprojekte, bei denen zumeist qualitative Mängel festgestellt wurden. Diese sind vielfach beim fehlenden Holzschutz zu suchen. Entweder wurde das ganze Werk aus unimprägniertem Holz (Fichte, Lärche, Bergföhre) gebaut, oder die Tragkonstruktion bestand aus unimprägnierter Lärche, der Rost hingegen aus Kastanie. In beiden Fällen setzte der Zerfall bereits nach 6 bis 12 Jahren ein, so dass die erforderliche Standdauer nicht erreicht werden konnte. Oft muss ein Projekt auch deshalb als gescheitert betrachtet werden, weil der fehlende Wildschutz jede Aufforstungsbemühung zunichte macht. Bei den Pfählungen muss leider noch immer festgestellt werden, dass diese oft im Verhältnis 1 : 1 gesetzt werden und nicht zwei Teile im Boden, ein Teil über dem Boden.

#### *Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem Hochstauden-Fichtenwald*

##### *Piceo-Adenostyletum; Versuchsfläche Lusiwald bei Davos Laret*

Die Ergebnisse dieses gemeinsamen Forschungsprojektes mit PD Dr. E. Ott vom Institut für Wald- und Holzforschung, ETHZ, wurden im April 1987 publiziert. Speziell gefreut haben uns in diesem Zusammenhang die positiven Echos von Forstpraktikern. Im übrigen werden in den kommenden Jahren die Schneeuntersuchungen und die Naturverjüngung in reduziertem Umfang weiterverfolgt. Im vergangenen Sommer wiederholte Forstingenieurin M. Frehner die Vegetationsaufnahmen.

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

##### *Wissenschaftliche und technische Arbeiten*

Die Untersuchung von Schneestrukturen in den zwei- und dreidimensionalen Darstellungen hat einige interessante Resultate gezeigt. Die aus den Schnittinformationen hergeleiteten geometrischen Parameter konnten mit den Resultaten der akustischen Impedanzmessung an Schnee verglichen werden. Sowohl die verschiedenen experimentellen Methoden wie auch die daraus bestimmten charakteristischen und geometrischen Grössen konnten veröffentlicht werden. In der dreidimensionalen Strukturanalyse zeichnet sich ein Weg ab, die Geometrie der Kornbindungen bestimmen zu können. Die erreichbare Auflösung hängt vom Schichtebenenabstand der Serieschnitte ab. Die so erhaltenen Querschnittflächen der schwachen Bindungen erlauben, mit einem einfachen Modell die Zugfestigkeit des Schnees zu berechnen. Vorläufige Resultate bestätigen diese Hypothese.

Bis jetzt wurden die akustischen Resultate durch Ankopplung der Schallenergie an die im Porenvolumen enthaltene Luft erhalten. Die Anregung des Eisgerüsts und nicht der eingeschlossenen Luft erscheint machbar und von den zu erwartenden Resultaten vielversprechend.

Ein erster wertvoller Datensatz, vor allem der dreidimensionalen Temperaturverteilung in einer durch Bäume gestörten Schneedecke (Mattenwald), konnte im Rahmen des Projektes «Waldlawinen» eingebaut und verwertet werden.



Die Methode der nächstliegenden Nachbarn (NXD) zur Bestimmung von Tagen mit ähnlichem Zustand der Schneedecke und ähnlichen Wetterelementen für die Lawinenvorhersage konnte während des letzten Winters im operationellen Einsatz durch den Parsennendienst benutzt und getestet werden. Für den Praktiker sind nicht nur die ähnlichen Lawinensituationen mit den beobachteten Lawinen, sondern auch die damals getroffenen operationellen Massnahmen und die dabei erzielten Ergebnisse von grosser Bedeutung. Die gemachten Erfahrungen waren für die Benützer und die Entwickler des Modells erfreulich.

### **3. Lawinendienst, Technischer Dienst, Dokumentation und Administration**

#### *3.1 Lawinendienst (Leitung Dr. P. Föhn)*

Wie öfters in den letzten Jahren begann der Winter spät, und das Einschneien der Tallagen geschah erst Mitte Dezember. Da die im Dezember und Januar einsetzenden Schneefälle gross waren, stabilisierte sich die Schneedecke rasch. Im Januar/Februar war die Schneedeckenstabilität eher überdurchschnittlich, und die Tourenverhältnisse waren gut. Grössere Probleme ergaben sich erst wieder ab Mitte März durch den Einbau von Reifschichten in die Schneedecke. Der Frühling war schlecht und schneereich, das Ausapern deutlich verzögert. Grosse Schadenlawinen traten fast keine auf. Gesamthaft verloren 16 Menschen ihr Leben in Lawinen. Der Lawinendienst veröffentlichte in der Periode vom 14. November 1986 bis 8. Mai 1987 total 80 Lawinenbulletins und gab telefonisch zahlreiche Einzelauskünfte. Das Lawinenbulletin wurde am Fernsehen (freitags in der Tagesschau) erstmals mit Hilfe von Schnee- und Lawinengefahrenkarten präsentiert. Die Präsentation der Unterlagen übernahm verdankenswerterweise die Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA) durch ihren Fernsehsprecher.

Im Laufe der Jahre 1985/86 und 1986/87 wurde nach 40 Jahren erstmals eine neue Codier- und Beobachtungsanleitung für die Beobachter des SLF-Netzes entworfen. Die Konzeption neuer Formulare, die Darstellung des Codierschlüssels (f, i) und die Druckvorbereitungen forderten einen grossen Zeitaufwand.

Auf Anregung des SAC wurden im Winter 1986/87 erstmals durch Tourenleiter des SAC Lawinenbeobachtungen während Touren für das SLF durchgeführt. Obwohl in diesem ersten Jahr nur 44 Fragebogen eintrafen, lieferten diese gemeldeten Lawinen eine zusätzliche Information, um die Lawinenbulletins im lokalen Rahmen zu verifizieren. Da gleichzeitig auf dem Fragebogen auch die lokal vermutete Lawinengefahrenstufe vermerkt werden konnte, wurde dadurch auch die regional vorhandene Lawinengefahr näher eingegrenzt. Rund zwei Drittel aller Teilnehmer waren im nachhinein mit der vom SLF veröffentlichten Gefahrenstufe — auch lokal gesehen — einverstanden.

#### *3.2 Technischer Dienst Mechanik (Leitung Dr. O. Buser)*

*Technischer Dienst Elektronik (Leitung Dr. H. U. Gubler)*

*Technischer Dienst Informatik (Leitung Dr. H. U. Gubler)*

Diese Dienste gewährten die erforderliche Unterstützung für die meisten Forschungsprojekte. Besonders zu erwähnen sind Druckmessungen am Stützverbau, meteorologische und nivologische Messanlagen (TD Elo); Weiterentwicklung des EDV-Systems des Instituts und der Infrastruktur des Lawinendienstes (TD Info).

### 3.3 Dokumentationsdienst (Leitung Dr. W. Good)

Auswärtige Interessenten wurden mit Schriften und Diapositiven im üblichen Rahmen versorgt. Das verflossene Jahr ist bezüglich Anzahl Publikationen eines der ergiebigsten gewesen. Die terminlichen Schwierigkeiten bei der Herausgabe des Winterberichtes bestehen nach wie vor. Inhalt, Darstellung und Herstellungstechnik stehen weiterhin zur Diskussion.

### 3.4 Administration

Abgesehen von den durch das Symposium 1986 verursachten Nacharbeiten blieb die Tätigkeit im üblichen Rahmen.

## 4. Beziehungen des Instituts nach aussen

### 4.1 Gutachten und Aufträge der Praxis, Beobachtungen und Beratungen für andere Stellen

Periode 1. Oktober 1986 bis 30. September 1987

<i>Sektion</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>Total</i>
– Schnee- und Lawinenverhältnisse	2	–	2
– Unfälle, Schäden	6	1	7
– Gefahrenkarten	–	2	2
– Strassen, Bahnen (S)	3	3	6
– Touristische Anlagen (S)	10	–	10
– Technische Anlagen	–	2	2
– Lawinen- und Tribschneeverbau	–	1	1
– Einzelobjekte (inklusive Schneelasten)	2	3	5
Anzahl Gutachten	23	12	35

(S = Lawinensicherheit, Lawinenschutz)

Es wurden zum Teil umfangreiche Gutachten erstellt, unter anderem infolge eines Auftrages der SBB betreffend die Überprüfung der Betriebssicherheit der gesamten Gotthardnordrampe.

Die Frage der Abtretung von Gutachtenaufträgen nach aussen wurde abgeklärt und wird wohl von Fall zu Fall Sonderlösungen erfordern.

Die Beratungstätigkeit des Instituts umfasste zahlreiche Probleme der Touristik, des Bau- und Verkehrswesens, der Raumplanung, der forstlichen Praxis und der Lawinenrettung.

Die Mitarbeit des Instituts zugunsten anderer Stellen (SMA, Gletscherkommission und Hydrologische Kommission der SNG, SIA) blieb im üblichen Rahmen.

#### *4.2 Kurse, Vorträge, Tagungen*

Der alljährliche Einführungs- und Wiederholungskurs A für Beobachter wurde in Davos (3. bis 6. Dezember 1986; 21 Beobachter und 22 Gäste) und der Wiederholungskurs B in Wengen (24. bis 27. April 1987; 18 Beobachter) durchgeführt.

Eine vom Institut organisierte Feldexkursion der Eidgenössischen Kommission für Schnee- und Lawinenforschung fand am 7. und 8. September 1987 im Bündner Oberland statt.

Als Referenten oder Klassenlehrer nahmen verschiedene Mitarbeiter an Kursen oder Tagungen teil: Interkantonale Försterschule, Davos (15. Oktober 1986); Kurs über Waldpflege und -verjüngung, Kreisforstämter 2 und 3 GR (16. und 17. Oktober 1986); Patrouillekurs, Davos (13. und 14. November 1986); Instruktionskurs über künstliche Lawinauslösung, Weisstannen (19. und 20. November 1986); Kaderkurs SAC der Lawinhundeführer, Zürich (22. und 23. November 1986); Lawinenprohylaxe, Schweizerische Alpine Mittelschule, Davos (10. Dezember 1986); Lawinenrettungskurs, Davos (13. und 14. Dezember 1986); Demonstration «Recco» und «Pop-Swatch», Samedan (15. Dezember 1986); Fortbildungskurs der Bündner Bergführer, Arosa (10. und 11. Januar 1987); Bergführerkurse VS, Fiesch (10. und 11. Januar 1987); Skilehrer-Tourenkurs GR, Davos (19. Januar 1987); Tourenleiterkurs SAC, Wengenstein (31. Januar und 1. Februar 1987); Lawinenausbildung für Bergführeraspiranten, Disentis (8. bis 10. März 1987); SIA-Tagung über «Wald und Wild», Chur (19. März 1987); Ausbildungskurs Tourenleiter, Naturfreunde CH (21. März 1987); J+S-Leiterkurs, Bivio (26. März 1987); Fotokurs, Försterschule Maienfeld (7. und 8. Mai 1987); Fachkurs Seilbahnfachleute SVS, Winterthur (3. Juni 1987); Kantonaler Verbauungskurs, Samnaun (8. und 9. Juli 1987); Aufforstungskurs der Interkantonalen Försterschule, Splügen (23. und 24. Juli 1987); Aufforstungs- und Verbauungskurs der Berner Oberländer Projektförster, Adelboden (27. und 28. August 1987); Sanasilva-Gebirgspflegekurs, Ambri (9. bis 11. September 1987).

Das Institut delegierte Mitarbeiter an 14 nationale oder internationale Kongresse und Tagungen: Seilbahnenkongress, Innsbruck, 19. Oktober 1986 (H. U. Gubler); International Snow Science Workshop, Lake Tahoe, USA, 22. bis 25. Oktober 1986 (W. Good, H. U. Gubler); Polarforschung und die Schweiz, St. Gallen, 3. bis 4. Dezember 1986 (B. Salm, C. Jaccard); Österreichische Gesellschaft für Geobotanik/International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO) — Workshop, Salzburg, 26. und 27. April 1987 (M. Meyer-Grass); Lawinenprohylaxe, Beratung der Regierung von Chile (auf WMO-Begehren hin), Santiago, 7. bis 21. Juni 1987 (P. Föhn); Schweizerisches Klimaprogramm, SNG-Workshop, Gletsch, 2. bis 4. Juli (W. Good, C. Jaccard); Workshop der IUFRO-Gruppe «Ökologie der subalpinen Zone», Susono, Japan, 8. bis 17. September 1987 (W. Frey); Generalversammlung der International Union of Geodesy and Geophysics, Symposium, Vancouver, 9. bis 23. August 1987 (J. Martinec, B. Salm); Jahres-

versammlung der Internationalen Kommission für Alpines Rettungswesen, Megève, France, 9. bis 12. September 1986 (C. Jaccard); Open University Milton Keynes, 10. bis 12. September 1987 (O. Buser); Jahresversammlung des Schweizerischen Forstvereins, Schaffhausen, 17. bis 19. September 1987 (H. Frutiger); Mountain Rescue Conference Sheffield, UK, 18. bis 20. September 1987 (O. Buser); Planung von Schutzwald-Sanierungsprojekten, Universität München, 21. und 22. September 1987 (M. Meyer-Grass); Vortrag, British Ski Club, London, 24. September 1987 (O. Buser).

#### *4.3 Lehrtätigkeit, Teilnahme an schweizerischen und ausländischen Institutionen*

Die Vorlesungen über «Schneekunde und Lawinenverbau» und «Schnee- und Lawinenmechanik» an der ETHZ wurden von Dr. B. Salm wie bisher für die Abteilungen VI, VIII und X bzw. II und VIII gehalten.

Verschiedene Mitarbeiter waren Mitglieder von Kommissionen, Arbeitsgruppen und Vorständen von schweizerischen und internationalen Organisationen, unter anderem: Hydrologische Kommission und Gletscherkommission der SNG; Forschungsrat, Nationalfonds; verschiedene Kommissionen SIA; Gesamtverteidigung, Koordinierter Lawinendienst; International Commission on Snow and Ice, International Association for Hydrological Sciences; Gruppen «Schnee und Lawinen» und «Ökologie der subalpinen Zone», International Union of Forestry Research Organizations; International Glaciological Society; Schweizerisches Landeskomitee der International Union of Geodesy and Geophysics; Working Group on Microwave Remote Sensing of Snow, EARSEL; International Snow Science Workshop; Arbeitsgruppe «Lawinenwarndienste der Alpen».

#### *4.4 Publikationen und Berichte*

Fortsetzung von «Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen», 138 (1987)4: 339–349; nachgeführt bis Ende September 1987.

##### *Publikationen*

«Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 1985/86» (Nr. 50), Winterbericht des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Ausgabe 1987. Verlag: Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern. Inhaltsübersicht: Einleitung, S. 3 (C. Jaccard). A. Wetter und Klima, S. 5–29 (R. Meister und E. Beck). B. Schnee und Lawinen in der Region Davos, S. 30–45 (P. Föhn und E. Beck). C. Schnee- und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet, S. 46–110 (R. Meister, S. Gliott und B. Heinzer). D. Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden im Gebiet der Schweizer Alpen, S. 111–165 (H.-J. Etter). E. Lawinenunfälle ausserhalb der Schweizer Alpen, S. 166–174 (S. Gliott). F. Besondere Beiträge: Internationales Symposium über Lawinenbildung, -bewegung und -wirkungen, Davos 15. bis 19. September 1986, S. 175–176 (C. Jaccard). Schneeprofile im Wald, S. 177–183 (H. Imbeck). Projekt Stillberg, Schnee und Lawinen auf der Versuchsfläche, S. 184–194 (J. Rychetnik). Lawinen-niedergänge mit Menschenopfern in den Schweizer Alpen, eine statistische Zusammenstellung der Ereignisse der 50 Winter 1936/37 bis 1985/86, S. 195–206 (R. Meister). Übrige Arbeiten des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, S. 207 (C. Jaccard).

## Mitteilungsreihe des SLF

- Nr. 42 Imbeck, H., und Ott, E. Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der Schneeablagerung und der Lawinenbildung. 202 S.
- Nr. 43 SLF. Int. Symposium für die Bildung, Bewegung und Wirkungen von Lawinen. Praxisbezogener Teil (diverse Autoren. Institutsbeiträge siehe unter «Einzelarbeiten»).
- Nr. 44 SLF. 50 Jahre Schnee- und Lawinenforschung auf dem Weissfluhjoch. Festansprachen von: C. Jaccard, M. de Coulon, M. de Quervain. — Aus der Geschichte des SLF. 30 S.
- Nr. 45 Gubler, H. Temporäre und permanente Lawinenschutzmassnahmen für touristische Anlagen. 10 S.

## Einzelarbeiten

- Buser, O. A rigid frame model of porous media for the acoustic impedance of snow. J. Sound & Vibr. 111 (1986) 1, S. 71—92.
- EISLF Festschrift: 50 Jahre Schnee- und Lawinenforschung auf dem Weissfluhjoch. (C. Jaccard, P. Föhn, B. Salm, M. Meyer-Grass, W. Good, H. Imbeck, F. Leuenberger, Fremdautoren: P. Donatsch, L. Rauch, R. Jecklin).
- Frey, W. Siehe Leuenberger, F.
- Föhn, P. Siehe EISLF
- Good, W. Siehe EISLF
- Good, W. Local transformations to simulate two-dimensional dendritic crystal growth. Proc. Int. Snow Science Workshop «A merging of theory and practice», Tahoe/CA, 22—25 October 1986, S. 103—107.
- Good, W. Electronics transceivers for locating avalanche victims, an optimal strategy for the primary search. Proc. Int. Snow Science Workshop «A merging of theory and practice», Tahoe/CA, 22—25 October 1986, S. 177—182.
- Good, W., Martinec, J. Pattern recognition of air photographs for estimation of snow reserves. Annals of Glaciology 9 (1987), Proc. 2nd Symposium on Remote Sensing in Glaciology, Univ. Cambridge/UK, 8—9 and 11—12 September 1986, S. 76—80.
- Gubler, H., Weilenmann, P. Seasonal snow cover monitoring using FMCW radar. Proc. Int. Snow Science Workshop «A merging of theory and practice», Tahoe/CA 22—25 October 1986, S. 87—97.
- Gubler, H., Hiller, M., Klaussegger, G. Können Lawinen berechenbar gemacht werden? Bull. Soc. Frib. Sci. Nat. 75 (1986) 1/2, S. 8—14.
- Heimgartner, M. Foundation im Lawinenverbau. Mitt. Nr. 43 SLF, S. 19—27.
- Hiller, M. Siehe Gubler, H.
- Imbeck, H. Waldlawinen. Siehe EISLF und Bündner Wald 39 (1986) 5, S. 14—18.
- Imbeck, H. Die Lawinenschutzwirkung des Waldes. Mitt. Nr. 43 SLF, S. 57—67.
- Imbeck, H. Schneeprofile im Wald. Winterbericht SLF/Davos 1985/86 (Nr. 50), Ausgabe 1987, S. 177—183.
- in der Gand, H. Wind, Schnee und Wasser und gesunder Wald. IUFRO-Symposium «Impacts de l'homme sur la forêt», Strassbourg, 17—22 September 1984, Hg: INRA, Paris 1985, S. 385—402.
- Jaccard, C. Siehe EISLF
- Jaccard, C. Internationales Symposium über Lawinenbildung, -bewegung und -wirkungen, Davos, 15.—19. September 1986. Winterbericht SLF/Davos, 1985/86 (Nr. 50), Ausgabe 1987, S. 175—176.
- Klaussegger, G. Siehe Gubler, H.
- Leuenberger, F. Siehe EISLF.
- Leuenberger, F., Frey, W. Temporäre Schutzmassnahmen und Aufforstungsprobleme in Lawinen und Gleitschnee-Gebieten. Mitt. Nr. 43 SLF, S. 69—84.
- Martinec, J. Siehe Good, W.
- Martinec, J. Importance and effects of seasonal snow cover. Proc. Symposium «Large scale effects of seasonal snow cover», Vancouver, August 1987, S. 107—119.



- Martinec, J.* Note on the assessment of selected model parameters. WMO (1986) 646 (Operational Hydrology Report No. 23).
- Martinec, J., et al.* Remote Sensing of Ice and Snow. Chapman & Hall Ltd., London, New York (1985).
- Martinec, J., et al.* Snow cover mapping for runoff simulations based on Landsat-MSS data in an alpine basin. IAHS Publ. 160, Proc. Cocoa Beach Workshop «Hydrologic applications of space technology», Florida, August 1985, S. 191–199.
- Martinec, J., et al.* Interpretation and utilization of areal snow-cover data from satellites: Annals of Glaciology 9 (1987), Proc. 2nd Symposium on Remote Sensing in Glaciology, Univ. Cambridge/UK, 8–9 and 11–12 September 1986, S. 166–169.
- Martinec, J., et al.* The need for improved snow-cover monitoring techniques. IAHS Publ. No. 160, Proc. Cocoa Beach Workshop «Hydrologic applications of space technology», Florida, August 1985, S. 173–179.
- Martinec, J., et al.* Large-area deterministic simulation of natural runoff from snowmelt based on Landsat-MSS data. IEEE Transact. Geosci. & Remote Sensing GE-24(1986) 6, S. 1012–1017.
- Martinec, J., et al.* Towards snowmelt runoff forecast using Landsat-MSS and NOAA/AVHRR data. Proc. INGARSS '86, Zürich 8–11 September 1986, ESA SP-254 Vol. 1, S. 925–928.
- Meister, R.* Die Lawinenwarnung und das Lawinenbulletin vom EISLF. Wald und Holz 68 (1986) 7, S. 493–496.
- Meister, R.* Lawinenniedergänge mit Menschenopfern in den Schweizer Alpen (eine statistische Zusammenstellung der Ereignisse der 50 Winter 1936/37 bis 1985/86. Winterbericht SLF/Davos 1985/86 (Nr. 50), Ausgabe 1987, S. 195–206.
- Meyer-Grass, M.* Siehe EISLF.
- Meyer-Grass, M.* Waldlawinen: Erkenntnisse aus der Umfrage 1985/86 und den Meldungen des letzten Winters. INFO (1986) 2, SLF/Davos, 11 S.
- Meyer-Grass, M.* Waldlawinen: Eigenarten, Vorkommen, Beziehungsgefüge; erste Erkenntnisse. Mitt. Nr. 43 SLF, S. 43–56.
- Salm, B.* Siehe EISLF.
- Salm, B.* Möglichkeiten und Grenzen bei der Einschätzung des Lawinenrisikos. Sicherheit im Bergland JB 1986, Hg.: Österr. Kuratorium f. Alpine Sicherheit, Wien, S. 161–188.
- Rychetnik, J.* Projekt Stillberg, Schnee und Lawinen auf der Versuchsfläche. Winterbericht SLF/Davos, 1985/86 (Nr. 50), Ausgabe 1987, S. 184–194.
- Weilenmann, P.* Siehe Gubler, H.
- Interne Berichte*
- 632 *Reinhard, Th.* Die erweiterte Norwegermethode. Erlaubt sie eine zuverlässige Beurteilung der Lawinengefahr? August 1987, 11 S.
- 633 *Rychetnik, J., Kindschi, J., Schneiter, G.* Winterbericht 1983/84, Sektion III/EISLF. (Aus Winterbeobachtungen, Feldaufnahmen und Messungen der Sektion III.) Januar 1987, 57 S.
- 634 *Frutiger, H.* Lawinen auf der Strasse nach Bosco-Gurin, Tessin, vom 23./24. April 1986. Februar 1987, 1 S.
- 635 *Bachmann, O.* Impuls- und Energieverlust von Schneeblöcken beim Aufprall auf Schneerechen. Dynamische Druckmessungen auf der Gleitbahn Winter 1984/85. März 1987, 27 S.
- 636 *Bachmann, O.* Impuls- und Energieverlust von Schneeblöcken beim Aufprall auf Schneerechen. Dynamische Druckmessungen auf der Gleitbahn in den Wintern 1985/86 und 1986/87. Juni 1987, 27 S.
- 638 *Frutiger, H.* Die Lawinen vom 23./24. April 1986 im Bedretto/TI. Ein Beitrag zum Lawinenkataster der Gemeinde Bedretto. Mai 1987, 10 S.
- 639 *Frutiger, H.* Eine Massenbilanz für die Lawinen Mogno/Fusio und Scodato/Prato-Sornico vom 25. April 1986 im Val Lavizzara, Tessin. Juni 1987, 14 S.
- 640 *Schneiter, G., Kindschi, J.* Winterbericht 1984/85, Sektion III/EISLF. Zusammenstellung von Daten über das hydrologische Jahr. August 1987, 65 S.

- 641 Schneiter, G., Winterbericht 1984/85, Sektion III/EISLF. Zusammenstellung von Daten  
Kindschi, J. über das hydrologische Jahr. September 1987, 64 S.
- 642 Frutiger, H., Eine Bestandesaufnahme und Bibliographie der Gutachten EISLF  
Good, W. 1938–1986. August 1987, 20 S.
- 643 Frutiger, H. Revision der Lawinengefahrkarte Chandolin VS. August 1987, 7 S.