

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 143 (1992)

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: 01.05.2026

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

Bericht über die Tätigkeit des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) 1990/91

Von *Walter Good*

FDK 423.5: 945.4: 116.12

1. Allgemeines

In die Berichtsperiode fällt der altersbedingte Rücktritt von Claude Jaccard, der das Institut für Schnee- und Lawinenforschung vom 1. August 1980 bis 30. September 1991 geleitet hat. Auch an dieser Stelle sei ihm für seine Arbeit, die nicht immer und nicht von allen Seiten erleichtert wurde, herzlich gedankt. Leider konnte noch kein Nachfolger gefunden werden, dies nicht zuletzt wegen der sehr sorgfältigen Auslese, bei der zwischen den einzelnen Beratern grosse Unterschiede in der Gewichtung des Anforderungsprofils zutage traten.

Ein Meilenstein im Berichtsjahr, das sich diesmal von Oktober 1990 bis Dezember 1991 erstreckt, war der Internationale Lawinenkurs, der diesmal auf französisch gehalten wurde. Wenn man berücksichtigt, dass das SLF über einen einzigen Mitarbeiter französischer Zunge verfügt, muss man hervorheben, dass eine solche Veranstaltung nur dank der Bereitschaft der Mitarbeiter zu einer enormen Sonderleistung und unter Zuzug externer Klassenlehrer denkbar und möglich ist.

Die «Heureka» bedingte ebenfalls Zusatzleistungen, die von den betroffenen Mitarbeitern mit grossem Enthusiasmus und, wegen der politischen Randbedingungen, unter enormem Zeitdruck erbracht wurden. Das Demonstrationsmodell für numerische Lawinenprognosen, das die lokal analogen Situationen miteinander vergleicht, war ein Erfolg und ist unter dem Namen «Heureka-Lawinenprognose» bereits zur Demonstration und Schulung, nach Abschluss der Schau, weiter verwendet worden. Ein Staublawinenmodell, das in Zusammenarbeit mit der VAW aufgestellt wurde, ein für den Zuschauer begehbares Stützwerk für den Lawinenverbau und die 3D-Modelle von Schnee fanden ebenfalls Beachtung.

Ein internationales Symposium in Chamonix, an dem verschiedene Mitarbeiter über laufende Arbeiten berichteten, sollte Wissenschaftler und Praktiker nach einem amerikanischen Vorbild (ISSW) zusammenführen. Neben der anders gelagerten Zusammensetzung dieser beiden Berufsgruppen waren auch die sprachlichen Hindernisse mitverantwortlich, dass der Erfolg nicht ganz den Erwartungen entsprach. Da die positiven Aspekte bei weitem überwiegen, haben sich die Organisatoren, ANENA/IKAR, entschlossen, diese Treffen in zweijährigem Turnus weiterzuführen.

Der Umsetzung der Erkenntnisse und des Wissens des SLF dienen die zahlreichen Referate der Mitarbeiter an zentralen Ausbildungskursen verschiedener Organi-

sationen und Verbände sowie die vielen Gutachten und technischen Beratungen. Während der Wintersaison, vor allem bei vermehrter Lawinenaktivität, sind Interviews für Radio, Fernsehen und Zeitungen sehr gefragt. Trotz unserer restriktiven Politik für Besichtigungen besuchen pro Woche im Durchschnitt eine bis zwei Gruppen mit speziellem Interesse für Schnee und Lawinen das Institut. Wegen der engen Platzverhältnisse erfordern solche Besichtigungen einen grossen Einsatz an technischen und wissenschaftlichen Mitarbeitern und verunmöglichen einen ungestörten Betrieb.

2. Wissenschaftliche und technische Arbeiten

2.1 Sektion I: Wetter, Schneedecke, Lawinen (Dr. Paul Föhn)

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Winterbericht (Sektion I)

In der Berichtsperiode wurde der «Winterbericht» Nr. 54 veröffentlicht. Die Vorarbeiten für den Bericht Nr. 55 sind angelaufen.

Lawinenwarnung Schweiz (Dr. Paul Föhn, Roland Meister, Ernst Beck, Sievi Gliott, Hans-Jürg Etter)

Das Schnee- und Lawinenbeobachtungsnetz in den Schweizer Alpen umfasste 73 Vergleichsstationen, 32 Messstellen und 25 Messhänge, wo zusätzlich periodisch Hangprofile in der Höhenlage 2000 bis 3000 m aufgenommen wurden. Die zentrale Ausbildung der Beobachter erfolgte an zwei 4tägigen Kursen in Davos. Der erste Kurs umfasste 64 Teilnehmer deutscher und französischer Sprache, der zweite Kurs 52 Teilnehmer deutscher Sprache.

Es wurden zur Bestimmung neuer Versuchsfelder oder zur Absprache der Beobachtungen 25 Beobachter besucht. Auf externe Anfragen hin wurden Messinstrumente (Thermometer, Raster, Lupen, Rammsonden) abgegeben oder verkauft, auch wurde eine neue Hangprofil-Rammsonde entwickelt, die für Höhenprofil-Aufnahmen ausgegeben wurde.

Die Schneehöhenkarte Schweiz wurde auf Bitte der Schweizerischen Verkehrszentrale hin wiederum wöchentlich den Medien zur Verfügung gestellt.

Da die SMA den Übersetzungsdienst deutsch-französisch und deutsch-italienisch für die Lawinenbulletins kündigte, musste für diese Übersetzungen ab November 1991 eine kommerzielle Lösung gesucht werden. Die Versuche sind noch im Gang.

Im Winter 1990/91 wurden 88 Lawinenbulletins herausgegeben; das erste am 9. November 1990, das letzte am 8. Mai 1991. An die Tagesschau des Fernsehens DRS gingen 24 «Mini»-Bulletins.

Regionale Schneeverteilung/Verbesserung der Schneelastnormen SIA 160 (Roland Meister, Stefan Margreth)

Unter der Leitung eines privaten Ingenieurbüros hat sich die Arbeitsgruppe neu konstituiert. Zwei Vertreter des SLF helfen bei der Verfeinerung der regionalen Verteilungsmuster der maximalen Schneelasten mit. Auch wird eine Verbesserung der Dachformbeiwerte angestrebt.

*Ergänzungsnetz (ENET) von SMA und SLF
(Roland Meister, Dr. Hans-Ulrich Gubler)*

Der Projektstand des automatischen meteorologischen Ergänzungsnetzes (ENET), das zusammen mit der SMA aufgebaut wird, wurde im Juni 1991 im 3. Zwischenbericht beschrieben. Rechtzeitig auf den Winter konnte im Dezember 1991 die erste Gebirgsstation auf Crap Masagn, Gemeinde Falesa/GR, ihren Betrieb aufnehmen.

Hydrologischer Atlas der Schweiz (Dr. Jaroslav Martinec, Roland Meister)

Der Hydrologische Atlas der Schweiz (HADES), Teil I, ging Ende 1991 in Druck und erscheint im Laufe des Jahres 1992. Das SLF steuerte im wesentlichen die Grundlagen für die Karte mit Stationsstandorten und die Karten der Extremwerte der Schneehöhe und des Wasserwertes (100 Jahre) bei. Auch kleinere Graphiken mit klimatologischen Reihenübersichten sollen publiziert werden. Über die Fortsetzung des Projektes wird nächstens entschieden.

Bestimmung der flächigen Schneeakkumulation im Gebirge (Roland Meister)

Beim winterlichen Schneehöhenmaximum im April konnten Fotoflüge und terrestrische Aufnahmen mit der Leica R5 durchgeführt werden. Obwohl sich im Winter 1990/91 relativ wenig typische Perioden mit starker Schneeverfrachtung ereigneten, zeigten die Auswertungen der Luftbilder um das Salezerhorn herum markante Schneeverteilungsmuster. Vor allem in den steilen Nord- bis Nordosthängen konnten eindeutige Anhäufungen in den steilen Rinnen relativ exakt, das heisst mit einem mittleren Fehler von rund 10 bis 20 cm, mit dem BC2 Stereo-Plotter ausgemessen werden. Auch mit der sehr flexibel einsetzbaren Kleinbildkamera wurden gute Resultate bei der Auswertung der windbedingten Schneehöhenunterschiede erzielt. Die Beschaffung dieser Kamera im Dezember 1991 ermöglichte dann, dass unmittelbar nach der Lawinenperiode mit Sturmwind vom 22. Dezember weitere Feldaufnahmen durchgeführt werden konnten.

Statistische Auswertung der Lawinenunfälle (Prof. Claude Jaccard, Hans-Jürg Etter)

Die Auswertung von Daten zur «Verschüttungsdauer» bei Lawinenunfällen für eine Zeitspanne von 20 Jahren ergab neue Ergebnisse für die sogenannte Rettungswahrscheinlichkeit ganzverschütteter Personen. Die neuen Resultate wurden an der Tagung in Chamonix (Juni 1991) präsentiert.

Die Datenbank 1967/68 bis 1988/89 wurde mit dem vollständigen Datensatz des Winters 1989/90 und dem Personendatensatz 1990/91 ergänzt. Verschiedene Daten wurden ausgezählt und graphisch dargestellt. Beispiele: Datensatz «Verschüttungstiefen», «Vergleich der Auffindemittel», «Lawinen-Todesopfer», «Lawinenhundeeinsätze».

Informationssystem «Schnee und Lawinen» (Roland Meister)

Die Informationsweitergabe zu Fragen der Schnee- und Lawinenverhältnisse hat sich bewährt. Bei der Datenübermittlung für den operationellen Teil traten allerdings zeitweise schwerwiegende Verzögerungen auf. Von den rund 70 Beobachtern im Schweizerischen Alpengebiet gelangen die Erhebungen über den Telegrammdienst der PTT und den Zentralrechner der SMA ans SLF. Obwohl die Messungen vorwie-

gend vor 8:00 erfolgten, dauerte die Übermittlung zum Teil bis 10:30, was für die aktuelle Auskunftserteilung (am Telefon, aber auch als Lawinenlagebericht) nicht akzeptabel ist und uns Schwierigkeiten bereitete. Die Rechnerhilfen am SLF (Modelle für Gefahrenstufen, graphische Darstellungen) haben sich bewährt. Auch klimatologische Auskünfte, meistens weniger unter Zeitdruck zu erteilen, konnten anhand der Datenbasis (mit Messwerten seit dem Winter 1930/31) problemlos erledigt werden. Interesse an diesen EDV-Daten haben vor allem verschiedene Universitäts-Institute, je länger je mehr aber auch private Stellen (Schneesicherheit, künstliche Beschneigung). Es ist ein WSL-interner Entscheid nötig, zu welchen Konditionen die Datenfiles abgegeben werden können.

*Expertmodell «Paradocs» als Lawinenwarnmodell
(Dr. Paul Föhn, Dr. Jürg Schweizer)*

Das für kommerzielle Zwecke entwickelte COGENSIS Judgement Processor Programm wurde für die Beurteilung der regionalen Lawinengefahr weiter bearbeitet und geprüft. Unter Benützung von 13 kombinativen Wetter- und Schneedeckenparametern und der Verknüpfung mit der Expertenmeinung über die tägliche Lawinengefahr wurde ein System gefunden, das die Lawinengefahr häufig (in 60 bis 75% der Fälle) annähernd richtig beschreibt. Aussergewöhnliche und dadurch seltene Lawinensituationen werden logischerweise noch öfters ungenügend beschrieben, doch dürfte sich dies mit wachsendem Datensatz langsam ändern. Die Wissensbasis des Expertensystems umfasst jetzt sechs Winter.

Grundlagen und Resultate der während der drei vergangenen Winter bearbeiteten Versuchsmodelle sind in einem internen Bericht zusammengestellt worden. Das System wird weiter getestet und verbessert, so dass in einigen Jahren an eine Weitergabe an regionale Warnzentren gedacht werden kann. Die letzte Testversion arbeitet zunehmend auf der Prozessebene, indem mit einfachen oder kombinativen Eingangsparametern Schneedeckenzustände dargestellt werden. Durch das automatisierte Benützen von Expertenregeln können Teilprobleme und häufig auch das Gesamtproblem zufriedenstellend gelöst werden.

Schneedeckenstabilität und schwache Zwischenschichten (Dr. Paul Föhn)

Aus Zeitnot musste die begonnene Auswertung der Zusammenhänge zwischen Schneeformen, geometrischen Korngrössen und Indexscherfestigkeitswerten zurückgestellt werden.

*Stabilität der geschichteten Schneedecke bei zusätzlicher Belastung durch Skifahrer
(Dr. Jürg Schweizer)*

Der Effekt des Skifahrers als Auslöser von Schneebrettlawinen soll detaillierter untersucht werden. Zur Erarbeitung quantitativer Lawinenwarnmodelle müssen die auf die Schneedecke wirkenden Kräfte bekannt sein. Ziel ist, Schneeprofile quantitativ bezüglich der mechanischen Stabilität zu beurteilen und das Resultat in der Lawinenwarnung einzusetzen. Erste Spannungsberechnungen mit der Methode der finiten Elemente zeigten die wesentlichen Zusatzspannungen. Ein für die Untersuchungen günstiger Schneedeckenaufbau (eingeschneiter Oberflächenreif) ermöglichte es, die Schneedeckenstabilität während längerer Zeit im Felde zu verfolgen.

*Wissenbasiertes System zur Lawinenprognose
(Prof. H. Schauer, Dr. Paul Föhn, Dr. Jürg Schweizer)*

Im Rahmen eines NF-Projektes der Abt. Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften wurde eine Promotionsarbeit an der Universität Zürich begonnen, die bezweckt, neuronale Netz-Architekturen für die regionale Lawinenprognose benutzbar zu machen. Dem Bearbeiter, Dipl. math. M. Schweizer, wurde aus dem Projekt «Paradocs» der gesamte Meteo-, Schneedecken- und Lawinengefahrendatensatz als Expertmeinung überlassen, so dass entsprechende Versuche gestartet werden konnten. Die ersten Resultate zeigen, dass solche dem menschlichen Hirn nachgebaute neuronale Netze gut trainiert werden können, so dass sie im Endeffekt hierarchisch aufgebauten Programmstrukturen ebenbürtig werden.

*Wasserinfiltration in Schneedecke und Lawinenbildung
(Dr. Jaroslav Martinec und Sektion I)*

Die Messungen des flüssigen Wassergehaltes in der Schneedecke im Raum Davos wurden einer eingehenden Analyse unterzogen und konnten im Versuchsfeld Weissfluhjoch mit indirekten Messungen des Schneelysimeters verglichen werden. Die Messungen zeigen eine grobe Übereinstimmung, wobei die beiden Messvolumen (Wassergehaltmessgerät, Schneelysimeter) einen Teil der Abweichung erklären dürften. Das Wassergehalt-Messgerät wurde mit Kalorimeter-Messungen geeicht und für zusätzliche Hangmessungen benützt. Es ist zu früh, über die Wassergehaltsverteilungen an potentiellen Lawinenhängen zu diskutieren, doch zeichnen sich interessante Projekte in diesem Zusammenhang ab. Über beide Aspekte: «Wassergehalt im Versuchsfeld», «Wassergehalt an Hangflächen» wurde ein Interner Bericht verfasst.

*Variabilität von Klimaelementen und ihre Auswirkung auf die Schneedecke
(Prof. Atsumu Ohmura, Dr. Paul Föhn)*

Im Rahmen des NFP Nr. 31 wurde ein gemeinsames Forschungsprojekt geplant, das als Dissertation am Institut für Geographie, Abt. Klimatologie, ETHZ, bearbeitet werden soll. Dissertant ist Dipl. sc. nat. Christian Plüss.

*2.2 Sektion II: Schneemechanik, Lawinenmechanik, Lawinenverbau
(Dr. Bruno Salm)*

Staublawinen (Dr. Bruno Salm, Dr. Felix Hermann [SLF/VAW], Dr. Dieter Issler, Stefan Keller [VAW, ab 1. Juni 1991])

Experimentelle Untersuchungen: In den bisherigen Experimenten wurden Staublawinen im Wassertank untersucht, die in der Rinne und auf der Auslaufplatte mit Seitenwänden beschränkt waren. Unterdessen wurden erste Experimente mit offenem, dreidimensionalem Auslauf gemacht.

Wie schon die früheren Messungen zeigten, ist für die Untersuchung der ganzen Lawinenauslaufstrecke eine wesentlich längere flache Platte notwendig. Deshalb wurde die Planung eines Umbaus des Wassertanks in Angriff genommen. Eine verschobene Einlaufrinne soll zukünftig Auslaufstrecken von bis zu 2,5 m ermöglichen. Gleichzeitig wurde mit der Programmierung der neuen Datenauswertung mit dreidimensionaler Darstellung begonnen.

Theoretische und numerische Untersuchungen: Das Programmpaket FLOW3D von Harwell für numerische Strömungssimulation wurde an der VAW installiert und ersten Tests unterzogen. Die Lieferung eines Zusatzmoduls für Zweiphasenströmungen steht bevor. Das Programm bietet eine Vielzahl von Modellierungsvarianten (insbesondere hinsichtlich Randbedingungen, Turbulenzmodellierung, Einfügung zusätzlicher Bilanzgleichungen und Wahl des Diskretisierungsschemas), die systematisch auf ihre Eignung in der Staublawinenmodellierung geprüft werden müssen. Die Resultate der Probeläufe sind vielversprechend, doch sind eingehende theoretische Überlegungen zur Modellierung der relevanten physikalischen Prozesse (Impulsaustausch zwischen Schnee und Luft, Eintrags- und Absetzvorgänge) notwendig, bevor präzise Simulationen zunächst der Experimente im Wassertank und später auch natürlicher Staublawinen durchgeführt werden können.

Eine analoge Entwicklung wird gegenwärtig von der Firma AVL List GmbH in Graz im Auftrag des Lawineninstitutes in Innsbruck und anderer österreichischer Stellen durchgeführt, mit ebenfalls sehr ermutigenden Ergebnissen. Die Möglichkeit einer umfassenden und engen Zusammenarbeit mit der österreichischen Gruppe oder gar eines gesamteuropäischen Projektes im Rahmen der im Aufbau befindlichen Kooperation auf dem Gebiet der Lawindynamik wird ernsthaft geprüft.

Daneben wurde von Felix Hermann in Zusammenarbeit mit H. Chaudhry die Entwicklung eines einfachen eindimensionalen Modelles begonnen, das aber wesentliche Aspekte einer echten Zweiphasenströmung beinhaltet. Das Ziel ist abzuklären, ob ein auf einem Personal Computer lauffähiges Simulationsprogramm eine für die Praxis genügende Genauigkeit erzielen kann. Es ist vorgesehen, dieses Modell auf die Behandlung gekrümmter Bahnen zu erweitern.

Das für die Heureka gebaute Staublawinenmodell wurde bereits unter Punkt 1 erwähnt.

Stützwerkfundation (Stefan Margreth)

In Zusammenarbeit mit der Firma Stump Bohr AG wurden in der Lawinenverbauung Vallascia an vier Pfahlgruppen Belastungsversuche durchgeführt, die zeigten, dass bei fachgerechter Ausführung für eine Pfahllänge von 3 m bzw. 4 m eine Traglast von 120 kN bzw. 180 kN als Dimensionierungsgrösse angenommen werden kann. Bei der Querbelastung eines Mikropfahles traten bei einer Last von 6 kN schon so grosse Deformationen auf, dass der Versuch abgebrochen werden musste. Bei einem Pfahl wurden in zwei Messebenen Dehnungsgeber auf die Pfahlarmierung aufgebracht. Dadurch kann die Grösse der Mantelreibung in einer bestimmten Tiefe berechnet werden. Die Versuche haben weiter gezeigt, dass eine sorgfältige Injektion besonders des Pfahlkopfes sehr wichtig ist.

Stützwerkbelastung (Martin Hiller, Stefan Margreth)

Im Berichtsjahr wurden die Belastungsmessungen an sechs Stützwerken (Gottard, Elm, Wilerhorn, Churer Rheintal, Lukmanier und Davos) weitergeführt. Neben den automatischen Messungen wurden keine Feldmessungen durchgeführt, weil die Schneehöhen stark unterdurchschnittlich waren. Der Prototyp in Davos wurde weiter so umgebaut, dass die Messkonstruktion (Kraftmessung unter dem Rost) an allen sechs Standorten identisch ist. Einige Messdosen mussten vom Hersteller neu abgeglichen werden, da die Nullpunktswerte von den Sollwerten abwichen. Am Oberalppass

wurde ein Schneenetzt mit drei Zugdosen und einer Druckdose so bestückt, dass am Stützenquerschnitt alle Auflagerreaktionen automatisch gemessen werden können. Weiter wurden am Oberalppass in vier Versuchsfeldern verschiedene Netzabdeckungen eingebaut. Das Ziel dieser Messungen besteht in einer weiteren Optimierung der Anforderungen an die Konstruktionen von Stützverbauungen. An der Heureka wurde ein als Personenwaage ausgebildetes, begehbare Stützwerk gezeigt (siehe Punkt 1).

Gutachten, Beratungen (André Burkard, Stefan Margreth, Dr. Bruno Salm)

Es wurden über 50 Beratungen und Gutachten zu den folgenden Themen abgeschlossen: Lawinengefahrenkarten, Lawinenkräfte/Dimensionierungsangaben für Bauwerke, Gefahren und Risikobeurteilungen für Verkehrswege, Siedlungen und Waldgebiete (Sturmschäden), technische Probleme im permanenten Lawinenverbau, Projektierungen und Ausführungen von Lawinenverbauungen. Die meisten dieser Arbeiten setzen Feldbegehungen voraus. Die Beratungen und Gutachten werden dem Auftraggeber verrechnet.

Radarmessungen an der Schneedecke

(Dr. Hans-Ulrich Gubler, Martin Hiller, Peter Weilenmann)

Die vier im Raum Davos installierten automatischen Schneeprofilmessgeräte liefen weiterhin störungsfrei. Für das National Hydrology Research Institute, Saskatoon, Kanada, haben wir ein vereinfachtes Konzept für den Nachbau der Geräte entwickelt. Das Interesse der Praxis an den Geräten ist weiterhin gross; es fehlen allerdings immer noch die notwendigen Investitionen, um das Gerät kommerziell herstellen zu können.

Natürliche Lawinenbildung (Dr. Bruno Salm, Dr. Hans-Ulrich Gubler, Dr. Dieter Issler, Peter Weilenmann, Franz Herzog)

Die erstmals im Versuchsfeld SLF automatisch durchgeführten kontinuierlichen Schneetemperatur- und Setzungsmessungen, kombiniert mit den üblichen meteorologischen Messungen, haben ausgezeichnete Resultate geliefert. Die mit dem am SLF entwickelten Programmpaket «Daisy» durchgeführten Modellrechnungen für Temperaturverteilung und Setzung zeigen, wie erwartet, grössere Abweichungen zu den Messungen für oberflächennahe Schichten. Die Abweichungen sind die Folge einer zu stark vereinfachten Modellierung der Strahlungsabsorption sowie der Wärme- und Massenflüsse in den oberflächennahen Schichten sowie Messfehler der Strahlungsmessinstrumente. Während des Winters wurden daher mehrere Eichkampagnen mit Referenzinstrumenten des World Radiation Center (WRC) Davos durchgeführt. Dabei zeigten sich deutliche Abweichungen zwischen den Instrumenten verschiedener Hersteller. Um die spektralabhängigen Albedo- und Absorptionsfunktionen für die kurzwellige Strahlung besser modellieren zu können, wurden mehrere hundert Spektren in und über der Schneedecke gemessen und ausgewertet. Grosse Probleme ergaben sich aufgrund der nicht idealen Richtungsempfindlichkeit des verwendeten Spektrometers. Durch den Vergleich der korrigierten Messdaten mit theoretischen Modellen (Lösungen der *Radiative Transfer Function* für die Ausbreitung kurzwelliger Strahlung in Schnee) konnte die spektrale Absorption in Funktion des gemessenen integrierten Albedos bestimmt werden. Die Messungen deuten auf eine

signifikante Verschmutzung der Schneedecke während der Messungen im Februar bis März 1991 hin. Wir hoffen, dass uns die Implementation dieser verbesserten Absorptionsfunktion in «Daisy» unserem Ziel einer verbesserten Modellierung der für die Schwachschichtbildung (Lawinenbildung) entscheidenden Prozesse in den oberflächennahen Schneeschichten einen Schritt näher bringt. Die für die Modellierung von Mehrphasensystemen grundsätzlichen theoretischen Studien wurden ebenfalls weiterbetrieben.

Im Berichtsjahr wurde mit der Entwicklung einer feldtauglichen Scherapparatur begonnen, um die für die Schneebrettbildung entscheidende Abhängigkeit der Scherspannung und Scherfestigkeit von Schwachschichten von der Deformationsrate und der Deformation messen zu können.

Für das Teilprojekt «Einfluss der Interzeption bzw. der Schneeentladung von Bäumen auf die Waldlawinenbildung» konnten weitere Messungen durchgeführt werden. Die Messungen bestätigen die Wichtigkeit der Strahlung für die Stabilität des interzeptierten Schnees. Interzeption und Schneeentladung haben eine wesentliche Wirkung auf die Stützwirkung von Bäumen auf die Waldschneedecke.

Für das Teilprojekt «Spannungsverteilung im Rutschblock» werden ebenfalls erste Messungen durchgeführt. Wir fanden eine sehr hohe Dämpfung dynamischer Zusatzlasten zumindest in einer bereits verfestigten Schneedecke.

Die Weiterführung des Teilprojekts «Stabilitätsmessungen» musste leider wegen Arbeiten für das ENET durch die Sektion II um ein weiteres Jahr aufgeschoben werden.

Die theoretischen Arbeiten zu Bruchbildung und Bruchausbreitung in der Schneedecke wurden weitergeführt. Die von uns erarbeiteten Kenntnisse zur Lawinenbildung im Wald bzw. der Lawinenverhinderung durch den Wald wurden in einer Übersichtsarbeit publiziert.

Messgeräteentwicklungen (Dr. Hans-Ulrich Gubler, Martin Hiller, Franz Herzog)

Für das ENET (Ergänzungsnetz SMA, Gebirgsstationen mit Wind, Schneehöhen und Temperaturprofilmessung) wurden die SLF-spezifischen Stationsteile für 10 Stationen in Zusammenarbeit mit dem TD Elektronik fertiggestellt, zum Teil ausgeliefert und eine Station zusammen mit der SMA installiert und in Betrieb genommen. Sämtliche Gebirgssensoren wurden zum Teil in Zusammenarbeit mit der Industrie am SLF entwickelt und erprobt und werden nun industriell gefertigt. Die Datenübertragung erfolgt über Funk und Telefon.

Fliesslawinen (Dr. Hans-Ulrich Gubler, Martin Hiller, Günther Klausegger)

Der Winterverlauf erlaubte wiederum keine Feldexperimente am Lukmanierpass. Die Wartung der sehr aufwendigen Messapparaturen musste trotzdem im üblichen Rahmen weitergeführt werden.

Die Entwicklung eines automatischen Radarmoduls für Lawinengeschwindigkeitsmessungen wurde abgeschlossen und das Instrument in Österreich im Bschlabertal (Seitenttal des Lechtales) in einem sehr aktiven Lawinenzug installiert und in Betrieb genommen. Die Messungen erfolgen in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Lawineninstitut in Innsbruck, das gleichzeitig Lawinendruckmessungen an der als Lawinengalerie ausgebildeten Tunnelbrücke ausführt. Die Datenübertragung erfolgt automatisch ans SLF.

Das Lawinenberechnungsprogramm «SIMULA» gemäss der Anleitung für die Praxis «Berechnung von Fliesslawinen» wurde weiter verbessert und ist nun mit deutscher, englischer, französischer und italienischer Bedienungsführung erhältlich.

Im Berichtsjahr wurde eine europäische Arbeitsgruppe für Lawindynamik gegründet. Das Ziel der Mitgliederländer (F, E, I, N, A, CH) besteht darin, Messdaten auszutauschen, Berechnungsmodelle zu verbessern und gemeinsame Richtlinien vorzuschlagen. Die mechanischen Lawinendruck- und Geschwindigkeitsmessanlagen Engi (GL) und Davos Parsenn sowie die elektronische Messanlage an der Rohrbachbrücke (Gotthard) wurden im üblichen Rahmen unterhalten.

Verwehungsverbau (Dr. Bruno Salm, Thomas Voegeli)

An zwei Standorten im Unterengadin (Clünas, Plütschessa) wurden bei bestehenden Treibschneezäunen während Schneetreiben Windwerte gemessen. Die Anlage besteht aus fünf übereinander angeordneten Geschwindigkeitsmessern und drei Richtungsmessern. An beiden Standorten ergaben die Geschwindigkeiten ein logarithmisches Windprofil. Auf dem Strelapass wurde eine Art Windkanal im Freien aufgebaut. Die Schneeablagerung an Treibschneezäunen kann hier am Modell untersucht werden. Einige Vorversuche ergaben sehr naturnahe Ablagerungsbilder. Die Modelle von Treibschneezäunen und Gelände werden im Massstab 1:30 gebaut. Das Modellgelände besteht aus Schnee und wird oberflächlich vereist.

Stützwerkkontrolle (Stefan Margreth)

Im Berichtsjahr wurde die Statik von 25 neuen oder abgeänderten Werktypen überprüft und die Typenliste mit den zugelassenen Werktypen aktualisiert. An den Aussenflächen von verzinkten Seilankern wurden in einer Verbauung Korrosionsangriffe festgestellt. Eine Untersuchung in der ganzen Schweiz hat jedoch ergeben, dass solche Schäden nur selten auftreten. Zusammen mit der EMPA und der Industrie wird an einem verbesserten Korrosionsschutz gearbeitet.

In Zusammenarbeit mit der EMPA wurde weiter das Anforderungsprofil für die Verwendung von Ankermörtel im Lawinenverbau neu definiert. Unter anderem muss auch neu die Frostbeständigkeit geprüft werden.

Im permanenten Lawinenverbau werden immer häufiger Schneesetze eingesetzt. Um über ihre Verbreitung, Verwendung und Wirkung besser informiert zu sein, wurde ein Fragebogen europaweit verschickt. Über diese und weitere Themen des permanenten Lawinenverbaus wurde an fünf Sitzungen der Eidg. Expertenkommission Lawinenverbau diskutiert. Weiter wurden technische Auskünfte über Fragen beim permanenten Lawinenverbau erteilt.

Anrissmächtigkeit (André Burkard, Dr. Dieter Issler, Prof. Claude Jaccard)

Mit Hilfe einer statistischen Analyse des Neuschneeangebotes und der Verteilung der Lawinenanrisshöhen während der letzten 50 Jahre in der Region Davos wurde die Transferfunktion Schneeangebot-Lawinenanrisshöhe bestimmt. Das Ziel besteht in einer Verbesserung der Bestimmung der Lawinenanrisshöhe in Funktion der mittleren Wiederkehrdauer, einer wesentlichen Grundlage für lawindynamische Berechnungen und somit für die Erstellung von Lawinengefahrenkarten.

2.3 Sektion III: Schneedecke und Vegetation/Wald (Dr. Martin Meyer-Grass)

Einfluss der Bestandesmerkmale sowie der Standortgegebenheiten auf einen möglichen Lawinenanriss im Wald (Dr. Martin Meyer-Grass, Dr. Martin Schneebeli)

Der Winter 1990/91 brachte für das Projekt kaum noch zusätzliche Erkenntnisse. Das laufende Jahr diente hauptsächlich der Auswertung der in den letzten fünf Jahren erhobenen Daten. In dieser Zeit wurden uns 279 Lawinen gemeldet, 55% davon echte Waldlawinen, also mit Anriss im Wald. Für die Auswertung konnten 118 Anriss- und 131 Vergleichsflächen ohne Anriss beigezogen werden. Eine erste, grobe Übersicht der Resultate gibt der Interne Bericht Nr. 665. Die noch laufenden Auswertungen zeigen jedoch leichte Abweichungen und bringen einige neue Erkenntnisse. Neben den Auswertungen wurden in diesem Jahr auch Überlegungen hinsichtlich einer Weiterführung des Projektes angestellt. Diesbezüglich wird 1992 das Vorgehen festgelegt.

Technische Massnahmen in den institutseigenen Versuchsflächen Bleisa/Pusserein (Werner Frey; inklusive Bericht Franz Leuenberger)

Der Winter 1989/90 war sehr schneearm und durch eine dreimalige, etwa je 40 cm hohe Schneedecke (November, Dezember und Februar) gekennzeichnet, welche innerhalb von ein bis zwei Wochen jeweils weitgehend abschmolz. Dies führte zu wenig Schneegleiten und demzufolge in den älteren Fichtenpflanzungen zu erfreulich geringen mechanischen Schneeschäden.

Der temporäre Stützverbau und die verschiedenen Gleitschutzmassnahmen (Pfähle, Bermen, Schwellen) haben sich wiederum gut bewährt und trugen zum guten Anwuchs- und Aufwuchserfolg bei.

Die im Frühjahr 1990 im oberen und im unteren Teil der Fläche angelegten Aufforstungen in Rotten sind gut angewachsen. Auffällig war der grosse Verbissverlust an Pflanzenteilen in den ausserhalb des Zaunes liegenden Fichtenrotten, und dies trotz des Schutzes durch Anstreichen mit Wildschutzmittel.

Waldbauliche Massnahmen zur erfolgreichen Verjüngung und Aufforstung in Lawinenanbruch- und Gleitschneegebieten (Werner Frey)

Von den Zielen dieses Projektes, welches auf Aufnahmen in bestehenden Aufforstungs- und Wiederherstellungsflächen der Praxis beruht, konnten vor allem die auf Schneelagen und Lawinensituationen angewiesenen Teilziele nur unvollständig erreicht werden. Der Winter 1990/91 war ja wiederum sehr schneearm, mit Ausnahme der in der Waldgrenzzone etwa durchschnittlich schneereichen Periode ab März.

Das Projekt wird abgeschlossen und die nach Forstkreisen zusammengestellten Unterlagen sollen 1992 den lokalen Forstdiensten zugänglich gemacht werden. Allgemein gültige Erkenntnisse werden für den Praktiker in einer Publikation in der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen zusammengefasst.

Biologische und technische Massnahmen zur Sanierung von Lawinenanrisszonen (Stillberg) (Jiří Rychetnik)

Im Berichtswinter konnten die Schnee- und Lawinenverhältnisse auf der Versuchsfläche Stillberg ohne ernsthafte Ausfälle und im vorgesehenen Rahmen erfasst werden. Häufige Lawinen auf der Fläche wurden vor allem in der zweiten Hälfte und im Frühling, in der Ablationsperiode, beobachtet und aufgenommen. Die schweren

Nassschneelawinen unterhalb der verbauten Teile der Fläche, die durch die Testaufforstungen aus den Jahren 1959 und 1962 in den letzten Jahren regelmässig niedergingen, liessen auch diesmal keine ernsthaften Schäden zurück. Die Lawinenanrisse in der höher gelegenen «Aufforstung 1975» zählten überwiegend zu den Lockerschneeanrissen; jene mit wenig Dynamik und kleineren Kräften haben keine grossen Schäden an den Forstpflanzen angerichtet.

Bei der Rohauswertung der Lawinenkarten und der terrestrisch-photogrammetrisch aufgenommenen Ausaperungssituationen konnten auch einige fehlende Auswertungen aus früheren Jahren bearbeitet werden. Die noch fehlende Herstellung der Beziehung zwischen diesen Phänomenen und den Aufforstungseinheitsflächen mit dem ARC-Info musste aus zeitlichen Gründen auf 1992 verschoben werden.

Eine bessere Auswertung für hydrologische Zwecke der über Jahrzehnte gesammelten Daten über Aufbau und Abbau der Schneedecke auf dem Stillberg wird in Zusammenarbeit mit der Abteilung «forstliche Hydrologie» WSL angestrebt. Die Vergleiche mit hydrologischen Modellen dürften sich für eine bessere Interpretation des Stillberg-Versuchs als nützlich erweisen. (Beziehung zwischen Bestandesmerkmalen und Schneeablagerung bzw. Schneedecke FP 352.85).

Im Berichtswinter wurden keine Schneehöhen in den Versuchsfeldern gemessen. Die maximale Schneehöhe des Winters ist im Rahmen der früheren Winter geblieben. Abgesehen von einzelnen Tagen mit wenig Schnee, blieb die Versuchsfeldfläche Grubenwald den ganzen Winter hindurch schneefrei. Auch die vergleichende Temperaturmessung in den Schneeprofilen im Schifferwald brachte keine brauchbaren Resultate, da es an Messstellen unter dem Waldbestand keinen Schnee gab. Es wurde am Projektabschluss gearbeitet. Einige Ergebnisse sind in der Publikation Gubler H., Rychetnik J., (1991) festgehalten. Die Beschreibung des Teilprojektes und die erste Teilauswertung ist in Jaccard *et al.*, 1991: Interner Bericht SLF Nr. 665, enthalten.

Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen, subalpinen Fichtenwald (Dr. Martin Meyer-Grass)

Die Versuche im Lusiwald bei Davos begannen vor 10 Jahren. Über diese Zeitspanne wurden nun einige Winterbeobachtungen ausgewertet. Es betrifft dies die Schneepegelablesungen sowie die Waldlawinenaktivität. Ebenso wurde dieses Jahr nochmals die Vegetation aufgenommen und die Vegetationsentwicklung gesamthaft beurteilt. Diese Auswertungen liegen als Interne Berichte vor oder wurden veröffentlicht. Auch über den 1988 neu begonnenen Versuch wurde in diesem Jahr eine Publikation gemacht. Die Felduntersuchungen in den neuen Öffnungen verliefen problemlos. Erste Auswertungen sind erst im nächsten Jahr zu erwarten.

Temporärer Stützverbau (Verankerungsvarianten über Boden) (Franz Leuenberger)

Im Laufe dieser Berichtsperiode konnte mit der Eignungsprüfung von zwei verschiedenen Verankerungsvarianten begonnen werden. Für beide Varianten steht die Bewährungsprobe noch aus.

Schnee, Schneebewegungen in den Versuchsgebieten SLF «Stillberg» und «Bleisa/Pusserein» (Werner Frey)

In der Testpflanzung 1975 wurden im Sommer 1991 die Pflanzen in den Stichprobenflächen in gleicher Weise wie in den vergangenen Jahren aufgenommen

(zusammen mit der Gruppe «Hochlagenaufforstung» der WSL). Zustand und Schäden der Pflanzen zeigten ein recht stabiles Bild. Die Auswirkungen des Hagelschlages vom August 1990 bestanden vor allem in mechanischen Verletzungen des Triebes 1990, und zwar bei allen Baumarten (Lärche, Bergföhre, Arve). Dies führte auch 1991 zu einem Zuwachsverlust. Weitere Folgen (zum Beispiel sekundäre Pilzinfektionen) können noch nicht abschliessend beurteilt werden.

Technische Massnahmen zum Lawinen- und Gleitschneeschutz im Aufforstungs- und Verjüngungsgebiet (Franz Leuenberger)

Sämtliche Feldaufnahmen für dieses Projekt konnten in der Berichtsperiode abgeschlossen werden. Konkret sind nunmehr Zustands- und Bewährungsaufnahmen von den temporär-technischen Massnahmen in allen von der Praxis gemeldeten Projekten der Gebirgskantone vorhanden. Daraus kann eine Übersicht über alle bis heute in der Schweiz eingesetzten Schutzmassnahmen innerhalb von Aufforstungs- und Verjüngungsgebieten erstellt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen nun 1992 in einer Zusammenfassung publiziert werden. Darüber hinaus können die positiven als auch die negativen Feststellungen bei technischen Beratungen und Kursen an die interessierten Kreise weitergegeben werden.

Technische Massnahmen in den institutseigenen Versuchsflächen Stillberg/Davos und Bleisa/Pusserein (Franz Leuenberger)

Der temporäre Stützverbau im Versuchsgebiet Stillberg (erstellt 1968 bis 1972) wurde im Berichtsjahr seit längerer Zeit wieder im grossen Umfang auf die Werkgeometrie, den Holzzustand und auf mechanische Schäden hin untersucht. Erstmals wurden einzelne Holzelemente mit dem Zuwachsbohrer entnommen und unter der Lupe auf Pilz- und Fäulnisschäden hin untersucht, und zwar im gefährdeten Boden-/Luftbereich sowie in der untersten, mittleren und obersten Verbauzone. Nach bis zu 22jähriger Standdauer konnte dabei kein einziger Befall an den wechsellastdruckimprägnierten Fichten-/Tannenhölzern festgestellt werden!

Lediglich eine Splintabsplitterung an einem Stützelement sowie vereinzelt lokale Alu-Folien-Schäden (Wind/Steinschlag) bilden die Ausnahme am ansonsten guten Zustand der gesamten Verbauung.

Der Reparaturaufwand am temporären Stützverbau und an den verschiedenen Gleitschneeschutzmassnahmen im Versuchsgebiet Bleisa blieb wie in den Vorjahren gering. Zwei Rostbalken mussten nach einem Fallholzschaden ersetzt werden, da sie über dem Pfetten-Auflager abgeschlagen wurden. Der Unterhalt an den Bermentritten, den Pfählungen und Begehungswegen bewegte sich im üblichen Rahmen (keine nennenswerten Gleitschnees Schäden).

2.4 Sektion IV: Physik von Schnee und Eis (Dr. Walter Good)

NXD Numerische Lawinenprognose (Dr. Othmar Buser, Dr. Walter Good, Mario Roveretto)

Die computergestützte Lawinenprognose mit NXD findet weite Verbreitung. Die Version 2.0 wurde fällig und ist nun auch in englischer und französischer Sprache

lieferbar. Die regelmässigen Benutzer der Methode möchten dieses Hilfsmittel nicht mehr missen. Vorgesehen sind nun auch Einsätze in Frankreich und Schottland.

Mikrostruktur, Kornbindungen, 3D-Rekonstruktion des Materials Schnee
(Dr. Walter Good, Georg Krüsi)

Homogene und inhomogene Schneeproben wurden in Serien von Anschnitten ausgewertet. Diese wurden einerseits in Computermodellen und andererseits anhand von Schichtebenenmodellen dargestellt, um die Verhältnisse der Kornbindungen sichtbar und interpretierbar zu machen. Einige Plastikmodelle wurden speziell gross als Ausstellungsobjekte für die Heureka angefertigt. Die Infrastruktur und das Know-How zur Herstellung von Schnitten und die bildanalytischen Auswertemöglichkeiten wurden verschiedenen in- und ausländischen Forschern für ihre Untersuchungen zur Verfügung gestellt. Die angestrebte Verbindung zwischen der messbaren dreidimensionalen Geometrie und der mechanischen Festigkeit konnte noch nicht abschliessend hergestellt werden.

Schneeakustik (Dr. Othmar Buser)

Zwei Profile konnten aufgenommen werden. Eine grobe Auswertung an der Open University, Milton Keynes, zeigte, dass es möglich sein sollte, verschiedene Schichten bis zu einer Tiefe von etwa 80 cm auszuwerten. Die entsprechenden Programme sind aber noch nicht so weit entwickelt, dass definitive Resultate möglich wären.

Makrostruktur von gestörter und ungestörter Schneedecke
(Dr. Walter Good, Georg Krüsi)

Eine einfache Apparatur zur schonenden Herstellung von durchscheinenden Profilen der natürlichen (gestörten und ungestörten) Schneedecke wurde gebaut. Diese erlaubt es, einige Zentimeter dicke und bis zu einem halben Quadratmeter grosse Lamellen auszuschneiden. Die so sichtbaren Strukturen werden im Gegenlicht fotografiert und mit bildanalytischen Methoden – ähnlich der Dünn- und Anschnitttechnik für die Mikroanalyse – parametrisiert. Strukturelemente, wie schwache Zwischenschichten und Eislinsen, konnten im Verlauf des Winters verfolgt werden. Da die Schneedecke in Baumbeständen wie in den Vorjahren wenig mächtig war, wurde auf deren Untersuchung verzichtet. Somit konnte auch der angestrebte Vergleich der Schneedecke Freiland/Bestand nicht durchgeführt werden. Auch die zur Interpretation eines solchen Vergleichs gemessenen mikroklimatischen Parameter, die mit automatischen Stationen während des ganzen Winters aufgenommen wurden, konnten noch nicht genutzt werden.

3. Lawinendienst, technischer Dienst und Dokumentation

3.1 Lawinendienst (Dr. Paul Föhn) (Siehe Sektion I)

3.2 *Technischer Dienst Mechanik (Dr. Othmar Buser)*
Technischer Dienst Elektronik (Dr. Hans-Ueli Gubler)
Technischer Dienst Informatik (B. Gauderon)

Diese Dienste sind an praktisch allen Projekten mitbeteiligt. Dank dem reibungslosen Funktionieren der gesamten Infrastruktur, Dienste und Administration, ist die komplexe Arbeit des Instituts für Schnee- und Lawinenforschung erst möglich.

3.3 *Dokumentation*

Bibliothek (Florian Jörg)

Die EDV-Erfassung (LARS) des Autorenkataloges konnte abgeschlossen werden. Die Literaturrecherchen in der SLF-Bibliothek können am Weissfluhjoch sowie an der Flüelastrasse erfolgen. Es ist vorgesehen, diese Daten im nächsten Jahr auf einem Server zur Verfügung zu stellen, damit von jedem angeschlossenen EDV-Arbeitsplatz auf die Literaturdaten ein Zugriff möglich ist. Der Versand von SLF-Winterberichten durch die Bibliothek nimmt von Jahr zu Jahr zu (1991 über 800 Exemplare). Ebenfalls zugenommen haben die durch die Bibliothek ausgeführten Recherchen/Bestellungen an der ETH-Bibliothek (ETHICS).

Fotografie (André Roth)

Im Berichtsjahr mussten für die Heureka das Lawinengefahrenmodell und die Stützverbauung illustriert werden. Die graphische Gestaltung, die Einrichtung sowie die Beratung der Projektleiter erforderte viel Zeit. Im Winter 1990/91 wurde der fotografische Teil des Projektes «durchscheinende Profile» betreut. Neben Dias wurden für verschiedene Instruktionen auch Videofilme ausgeliehen. Erste Abklärungen zur EDV-Erfassung der Foto-, Film- und Diadokumente wurden gemacht. Die Programme stehen kurz vor der Umsetzung. Foto- und Filmarbeiten im Felde beanspruchten etwa 30%, Labor, Ausleihen und administrative Arbeiten rund 70% der Arbeitszeit.

4. Beziehungen des Institutes nach aussen

4.1 *Gutachten*

Die Gutachten, technischen Beratungen und Aufträge der Praxis fanden teilweise bei den Arbeiten der Sektionen Erwähnung.

4.2 *Auslandaufenthalte*

Burkard, A.:

Tokio, J: Beratung Eisenbahngesellschaft in Lawinenproblemen; Vorträge über operationellen und langfristigen Lawinenschutz

Breuil-Cervinia, I: Begehung und Besprechung betreffend Lawinengefahrenkarte (Überarbeitung)

Etter, H.-J.:

Chamonix, F: Symposium von Chamonix CISA-IKAR (Schnee, Eis und Lawinen)

Föhn, P.:

München, D: Fernsehinterview «Lawinenprophylaxe»

Grenoble, F: Besprechungen am Centre d'études de la neige, Grenoble, über Lawinenprognosemodelle, 10. bis 13. Dezember 1991

Bozen, I: Sitzung der Internationalen Arbeitsgruppe der Lawinenwarndienste, 20. bis 21. März 1991

Frey, W.:

Kaufbeuren, D: Irseer Tagungen: Natur und Landschaft im Allgäu, 14. bis 16. Dezember 1990

Au, Wien, A: IUGG-Kongress: Convener bei IAHS-Tagung «Snow, Hydrology and Forests in High Alpine Areas», 11. bis 15. August 1991

Gliott, S.:

Chamonix, F: Tagung über Schnee und Lawinen

Good, W.:

Bormio, I: ARVA90 Reichweiten Messungen, 4./5. Oktober 1990; ARVA90 Diskussion und Resolution Euronorm

Naturns, I: IKAR Subkommission Lawinenrettung, 8. bis 10. November 1990

Grenoble, F: IGS/SAO und SHF-Jahresversammlung, 25. März 1991

Grenoble, F: Alpeexpo Symposium Wasser, Besuch ANENA für Organisation, Symposium, Chamonix

Chamonix, F: ANENA/CISA-IKAR Symposium, 4. bis 8. Juni 1991

Jaca, E: CISA/IKAR, 2. bis 6. Oktober 1991

Grenoble, F: CEMAGREF, 10. Oktober 1991

Grenoble, F: Grenoble, ANENA 20 ans, 11. Oktober 1991

Gubler, H.:

Chamonix, F: ANENA, Symposium Chamonix: Neige, Glace et Avalanches, 4. bis 8. Juni 1991

Grenoble, F: Projektbesprechungen, 3. Mai 1991

Wien, A: IUGG, 11. bis 24. August 1991, Übersichtsreferat

Lechtal, A: Geräteinstallation in gemeinsamem Projekt

Bigfork, USA: International Snow Science Workshop, 9. bis 13. Oktober 1990

Issler, D.:

San Francisco, USA: Herbsttagung der American Geophysical Union vom 3. bis 7. Dezember 1990 (insbesondere Symposium über Austauschprozesse zwischen Schnee und Atmosphäre)

Reutlingen, D: Einführungs- und Aufbaukurs zum Finite-Elemente-Programm TPS10 bei Firma T-Programm GmbH

Margreth, St.:

Chamonix, F: ANENA Symposium de Chamonix: Neige, Glace et Avalanches, 4. bis 8. Juni 1991

Meister, R.:

Bozen, I: Treffen der Arbeitsgruppe der Lawinenwarndienste im Alpenraum, 20. bis 21. März 1991

Vorarlberg, A: Weiterbildungs- und Wiederholungskurs für Mitglieder der örtlichen Lawinenkommissionen (Referat), 11. bis 12. Dezember 1991

Meyer-Grass, M.:

Salzburg, A: Tagung Arbeitskreis für Eis, Schnee und Lawinen

Salm, B.:

Wien, A: IUGG, Jahressitzung ICSI und Symposium IAHS, 11. bis 24. August 1991

Schneebeli, M.:

Aix-en-Provence, F: NEA-OECD Workshop «Gas Generation and Release from Radioactive Waste Repositories»

Riverside, CA, USA; San Francisco, USA; Saskatoon, Kanada: Besuche und Vorträge (unter anderen AGU Fall Meeting)

Schweizer, J.:

Bigfork, USA: International Snow Science Workshop, 7. bis 13. Oktober 1990

Grenoble, F: Centre d'Etude de la Neige, Diskussion Lawinenwarnmodelle, 10. bis 13. Dezember 1991

4.2.1 Besucher aus dem Ausland

Mehr als 40 Wissenschaftler haben das Institut besucht. Sie kamen aus Europa (Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Österreich, Polen, CSFR), Asien (China, Japan, Nepal), Neuseeland und den USA.

4.2.2 Mitarbeit in Fachkommissionen

Das Institut ist in 40 nationalen und internationalen Kommissionen und Arbeitsgruppen durch 10 Mitarbeiter vertreten.

4.2.3 Vorträge und Interviews

Zur Information der Organisationen, die sich mit Lawinenschutz (kurzfristig und langfristig) befassen, sind von 14 Mitarbeitern Vorträge gehalten worden, und 4 Mitarbeiter haben Medienfachleuten zahlreiche Interviews gegeben.

4.2.4 Kurse

Beck, E.:

Internationaler Lawinenkurs 1991 (französisch), 80 Personen

Studentenexkursion, 30 Personen

Beobachterkurs SLF, Davos, 60 Personen

WK-Patrouilleure, Davos, 40 Personen

Pistenfahrzeugführerkurs, Flumserberg, 25 Personen

Föhn, P.:

Beobachterkurs SLF, Wetter/Lawinen, 55 Personen

Internationaler Lawinenkurs 1991 (französisch), 80 Personen

Gliott, S.:
Beobachterkurs 1990, Davos, 64 Personen
Grenzwachtkurs, 30 Personen
Internationaler Lawinenkurs SLF (französisch)
Beobachterkurs SLF, Davos, 53 Personen
WK-Patrouilleure, 50 Personen
WK für Langläufer, 30 Personen

Good, W.:
SAC-Rettungskurs, Andermatt
SAC-Rettungskurs, Engelberg
Beobachterkurs SLF
Internationaler Lawinenkurs SLF (französisch)

Gubler, H.:
Rak-Rohr- und Minenwerfer-Kurs

Leuenberger, F., Maccagnan A., Simeon Ch.:
Temporärer Stützverbau und Gleitschneeschutz, Tristeli-Pfäfers, 15 Personen

Leuenberger, F., Frey W.:
Waldbau, Sturmschadenwald Bläserberg, Pfäfers, 30 Personen
Rimboschimento in alta quota, 30 Personen
IFM-Gebirgswoche, Instruktion Gleitschneeschutz, 30 Personen

Meister, R.:
Seilbahnfachkurs SVS, Winterthur, 15 Personen
Seilbahn-C-Kurs SVS, Winterthur, 13 Personen

Meyer-Grass M.:
Kurs in Schneekunde, IFM, Maienfeld, 28 Personen
Il bosco e la protezione della natura. Kursmoderator, 30 Personen
IFM Gebirgswoche: Projekte im Lusiwald, Davos, 30 Personen

Schweizer, J.:
Beobachterkurs SLF, 1990, 2 Referate
Internationaler Lawinenkurs SLF, Klassenlehrer
Beobachterkurs SLF, 1991, 3 Referate

4.3 Lehrtätigkeit

Föhn, P.:
Ausbildung in Schnee- und Lawinenkunde, Armeelawinendienst

Gubler, H.:
Physik des Schnees, Abt. XB, XC, ETHZ

Salm, B.:
Schneekunde und Lawinenverbau, Abt. VI, II, VIII, XC, ETHZ
Exkursion, Abt. VI, ETHZ
Schnee- und Lawinenmechanik, Abt. II, ETHZ
GZ Glaziologie, Abt. XC, ETHZ
Exkursion, Abt. II, VIII, XC, ETHZ
Lawinenverbau II, Abt. VI, ETHZ
Exkursion, Abt. VI, ETHZ

4.4 Verzeichnis der Publikationen und Berichte

Fortsetzung von «Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen», 142 (1991) 4: 333–347; nachgeführt bis Ende 1991.

Publikationen

«Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 1989/90» (Nr. 54), Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Ausgabe 1991. Redaktion: Dr. W. Good. Verlag: Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern. Inhaltsübersicht: Einleitung, S. 3 (C. Jaccard). A. Wetter und Klima, S. 5–29 (E. Beck und R. Meister). B. Schnee und Lawinen in der Region Davos, S. 30–45 (P. Föhn und E. Beck). C. Schnee- und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet, S. 46–126 (R. Meister und S. Gliott). D. Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden im Gebiet der Schweizer Alpen, S. 127–164 (H. J. Etter). Übrige Arbeiten des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, S. 165.

Mitteilungen des SLF

Nr. 48 Gubler, H., 1991: Proceedings of a Workshop on Avalanche Dynamics. 14–18 May 1990 Davos. 159 S.

Einzelarbeiten

Bergmann, H.; Lang, H.; Frey, W.; Issler, D.; Salm, B., (Editors) 1991: Snow, hydrology and forests in High Alpine Areas. Proceedings of an international symposium held during the XXth General Assembly of the IUGG at Vienna, 11–24 August 1991. IAHS Publication No. 205. 250 p.

Burkard, André, 1991: Langfristiger Lawinenschutz in der Schweiz: Grundlagen und Methoden. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 3/91: 96–103.

Buwal, Eidgenössische Forstdirektion; WSL Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF), 1990: Richtlinien für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet. 76 S. EDMZ, Bern.

Föhn, Paul, 1990: Schnee, Eis und Wasser der Alpen in einer wärmeren Atmosphäre. In: Mitteilung Nr. 108, 1990 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, S. 33–48. Internationale Fachtagung 11. Mai 1990 in Zürich.

Föhn, Paul, 1991: Die Schneedecke Graubündens – früher und jetzt. In: Bündner Wald. 44 (1991), 6: 65–71.

Frey, Werner; Salm, Bruno, 1990: Snow properties and movements in forests of different climatic regions. In: Proceedings XIX World Congress IUFRO, Division 1, 5–11 August 1990, p. 328–339.

- Good, Walter*, 1991: Darstellung und Interpretation der Resultate ARVA90. Übersetzung aus dem englischen Beitrag für die Colloques ANENA, CISA/IKAR, Chamonix, 1991 und Ergänzungen von Walter Good. In: DSV Ski-Schule, Deutscher Skiverband, Nr. 1/91, p. 1–4.
- Good, Walter; Meraldi, Eraldo; Peretti, Giovanni*, 1991: ARVA90 – le prove sugli apparecchi di ricerca in valanga a 475 kHz. In: Neve e valanghe. AINEVA, no. 12, p. 25–33.
- Good, Walter; Krüsi, Georges; Niederhäusern, Jean von; Roth, André*, 1991: Preparation and analysis of high contrast stratigraphic profiles. In: Symposium de Chamonix CISA-IKAR. 4–8 Juin 1991, Chamonix. Les apports de la recherche scientifique à la sécurité, neige, glace et avalanches. Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches ANENA. p. 40–45.
- Good, Walter; Meraldi, Eraldo; Peretti, Giovanni; Schild, Dres*, 1991: Presentation and interpretation of the results ARVA90. In: Symposium de Chamonix CISA-IKAR. 4–8 Juin 1991, Chamonix. Les apports de la recherche scientifique à la sécurité, neige, glace et avalanches. Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches ANENA. p. 118–124.
- Gubler, Hansueli; Hiller, Martin; Weilenmann, Peter*, 1991: New instruments and their possible use in avalanche warning. In: Symposium de Chamonix CISA-IKAR. 4–8 Juin 1991, Chamonix. Les apports de la recherche scientifique à la sécurité, neige glace et avalanches. Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches ANENA. p. 83–91.
- Gubler, Hansueli; Rychetnik, J.*, 1991: Effects of forests near the timberline on avalanche formation. In: Snow, hydrology and forests in High Alpine Areas (Proceedings of the Vienna Symposium, August 1991). IAHS Publ. no. 205, 1991. p. 19–38.
- Gubler, Hansueli; Rychetnik, J.*, 1990: Effects of forests near timberline on avalanche formation. In: A merging of theory and practice. Proceedings International Snow Science Workshop, October 9–13, 1990, Bigfork, Montana, USA. p. 73–92.
- Gubler, Hansueli*, 1989: Entwicklungsstand und Einsatzmöglichkeiten technischer Hilfsmittel für die lokale Lawinenwarnung. In: Schweiz. Z. Forstwesen, 140 (1989)11: 987–998.
- Institute fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches* (Ed.), 1991: Série de diapositives sur le thème «Neige et avalanches». Weissfluhjoch-Davos. Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches. 82 p.
- Jaccard, Claude*, 1991: Evaluation statistique des accidents dus aux avalanches en Suisse de 1969 à 1989. In: Symposium de Chamonix CISA-IKAR. 4–8 Juin 1991, Chamonix. Les apports de la recherche scientifique à la sécurité, neige, glace et avalanches. Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches ANENA. p. 197–202.
- Leuenberger, Franz*, 1989: Handbuch/Bauanleitungen Temporärer Stützverbau und Gleitschneeschutz. Davos Dorf, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch-Davos. 82 S.
- Leuenberger, Franz*, 1991: Manuel/Conseils pour la construction d'ouvrages temporaires para-avalanches et de protection contre le glissement de la neige. Davos Dorf, Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches. 76 p.
- Margreth, S.*, 1991: Fundation von Stützwerken mit gebohrten Tragelementen nach den revidierten Richtlinien für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet (Ausgabe 1990). In: Symposium de Chamonix CISA-IKAR. 4–8 Juin 1991, Chamonix. Les apports de la recherche scientifique à la sécurité, neige glace et avalanches. Association Nationale pour l'Etude de la Neige et des Avalanches ANENA. p. 241–247.
- Martinec, J.; Seidel, K.; Burkart, U.; Baumann, R.*, 1991: Areal modelling of snow water equivalent based on remote sensing techniques. In: Snow, hydrology and forests in High Alpine Areas (Proceedings of the Vienna Symposium, August 1991). IAHS Publ. No. 205, 1991. p. 121–129.
- Martinec, J.; Seidel, K.; Baumann, R.; Burkart, U.*, 1991: Snowmelt-runoff modelling and forecasts with the use of remote sensing. IUGG General Assembly, Vienna, August 1991. IAHS Workshop Intercomparison of Remote Sensing Algorithms in Hydrology.
- Martinec, J.; Rango, A.*, 1991: Indirect evaluation of snow reserves in mountain basins. In: Snow, hydrology and forests in High Alpine Areas (proceedings of the Vienna Symposium, August 1991). IAHS Publ. No. 205, 1991. p. 111–119.
- Meister, R.*, 1991: Grundlagen der schweizerischen Lawinenwarnung. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 3/91: 88–95.

- Salm, B.*, 1991: Der Anbruchmechanismus von Schneebrettlawinen und die Gefahrenbeurteilung eines Einzelhanges. In: Sicherheit im Bergland, Jahrbuch 1991. Österreichisches Kuratorium für alpine Sicherheit. p. 182–194.
- Schweizer, J.*, 1991: Dry slab avalanches triggered by skiers. In: A merging of theory and practice. Proceedings International Snow Science Workshop, October 9–13, 1990, Bigfork, Montana, USA. p. 307–309.

Interne Berichte

- Margreth, S.*, 1990: Schäden in Lawinenverbauungen durch den Orkan «Vivian» vom 27.2.1990. SLF Weissfluhjoch-Davos. IB Nr. 662. 23 S.
- Martinec, J.*, 1991: Flüssiger Wassergehalt in der Schneedecke im Gebiet Davos-Weissfluhjoch, April–Juni 1988. SLF Weissfluhjoch–Davos. IB Nr. 663. 19 S.
- Gaia, M.*, 1991: Neuschneepronose SMA – Winter 1988/89; 1989/90; November–Januar 1990/91. SLF Weissfluhjoch-Davos. IB Nr. 664. 7 S.
- Jaccard, C.; Meyer-Grass, M.; Rychetnik, J.; Gubler, H.; Good, W.; Leuenberger, F.; Frey, W.*, 1991: Forschungsprojekt «Waldlawinen» Schlussbericht. (Projet de recherche «Avalanches en forêt» Rapport final). SLF Weissfluhjoch-Davos. IB Nr. 665. 21 S.
- Schneiter, G.; Feiger, E.; Simeon, Chr.*, 1991: Messdaten des Winters 1989/90 der Versuchsfelder der Sektion III. SLF Weissfluhjoch-Davos. IB Nr. 666. 104 S.
- Martinec, J.*, 1991: Schneefeuchtigkeit mit dem Denoth-Gerät im Vergleich mit dem Handtest. Messungen 1989, 1990. SLF Weissfluhjoch-Davos. IB-Nr. 667. 45 S.
- Sommerhalder, R.*, 1991: Erweiterte Verjüngungsversuche und Beobachtungen an Waldlawinen im hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald «Lusiwald» bei Davos. SLF Weissfluhjoch-Davos. IB Nr. 669. 26 S.
- Pfister, R.*, 1991: Die Entwicklung der Vegetation in zwei schlitzförmigen Verjüngungsöffnungen des Lusiwaldes bei Davos-Laret von 1982 bis 1991. SLF Weissfluhjoch-Davos. IB Nr. 670. 31 S.

Verfasser: Dr. Walter Good, Institutsleiter a. i., Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, CH-7260 Weissfluhjoch-Davos.