

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 128 (1977)

Heft: 8

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: 17.01.2026

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

Erste Ergebnisse von Anbauversuchen mit Schwarzföhren im Lehrwald der ETH Zürich

Von H. Leibundgut Oxf.: 174.757 : 232.12

(Aus dem Institut für Waldbau der ETH Zürich)

Zur Herkunftsfrage

Die Schwarzföhre weist als konkurrenzschwache Baumart ein stark zerrissenes (disjunktes) Verbreitungsgebiet und dementsprechend auch zahlreiche Varietäten und Ökotypen auf, die zum Teil als Varietäten oder sogar als Unterarten beschrieben werden. Rubner (1) unterscheidet vier Hauptherkunftsgebiete, nämlich

- Niederösterreich mit den Ostalpen und dem Balkan (Herkunft *austriaca*)
- Korsika (Herkunft *corsicana*)
- Sizilien, Mittel- und Südalien (Herkunft *calabrica*)
- die Ostpyrenäen, Südfrankreich und Nordspanien (Herkunft *cebennensis*)

Von manchen Autoren wird die korsische Schwarzföhre der Herkunftsgruppe «*calabrica*» zugeordnet. Krüssmann (4) hält vier Varietäten auseinander, nämlich die «*austriaca*», die «*calabrica*», die «*cebennensis*» und die im westlichen Kleinasien und auf der Krim verbreitete Varietät «*caramanica*». Von anderen Autoren wird diese Varietät als *Pinus nigra Pallasiana* bezeichnet. Zum Teil können für diese «Varietäten» zwar morphologische Unterscheidungsmerkmale angegeben werden, doch gesamthaft ist noch ungenügend untersucht, wie weit es sich um Ökotypen, Herkunftsrasen, Varietäten oder sogar Unterarten handelt. Wir sprechen daher lieber von Herkunftsgruppen.

Die Grenzen dieser Herkunftsgruppen sind heute noch ebensowenig untersucht wie die morphologischen und ökologischen Unterschiede innerhalb der einzelnen Gruppen. Dies gilt vor allem auch für die weitverbreitete Herkunftsgruppe der österreichischen Schwarzföhre. Es unterliegt keinem Zweifel, dass gerade bei dieser Gruppe zahlreiche Standortsrassen bestehen müssen, denn sie umfasst Herkünfte aus einem grossen und standörtlich durchaus nicht einheitlichen Areal, aus Niederösterreich, den Karawanken, dem Bachergebirge, den dinarischen Alpen, aus Serbien, Bosnien und Mazedonien, solche aus Bulgarien, Rumänien usw. Nähere Angaben über die Grenzen des Verbreitungsgebietes dieser Herkunftsgruppe finden wir bei Rubner (1), Schmied (2), Cieslar (3) und anderen. Es handelt sich sogar innerhalb der einzelnen isolierten örtlichen Vorkommen um Standorte mit verschiedener geologischer Unterlage (zum Beispiel Dolomit, Kalk, Serpentin), verschiedenen Meereshöhen (200 bis 2000 m), verschiedenen Niederschlagsmengen

(500 bis 2800 mm) und daher verschiedenen natürlichen Pflanzengesellschaften. *Mayer* (5) unterscheidet allein für den Ostalpenraum sechs Gesellschaften des Schwarzkiefernwaldes. Zur Hauptsache bestocken diese Gesellschaften sonnseitige Extremstandorte an Steilhängen, Hangripen und Felsköpfen mit flachgründigen und zur Austrocknung neigenden, gering entwickelten Rendzinen. Verschiedene dieser Gesellschaften sind auch von *Wendelberger* (6), *Wagner* (7), *Knapp* (8) und *Martin-Bosse* (9) beschrieben worden. Nach *Kral* (10) ist die Frage nach den Glazialrefugien und der postglazialen Verbreitung für die Schwarzföhre noch ungelöst. Ebenso ist, wie schon früher erwähnt wurde, die Rassenfrage wenig abgeklärt. Für den praktischen Waldbau war diese Abklärung auch weniger vor dringlich, als bei den weit verbreiteten, wirtschaftlich wichtigeren Baumarten. Bei den Anbauten wurde zumeist das im Samenhandel gerade erhältliche Saatgut unbekannter, meist österreichischer Herkunft gewählt. Als allgemeines Ergebnis lässt sich aber jedenfalls feststellen, dass die Schwarzföhre eine erstaunlich grosse Anpassungsfähigkeit auf Standorten gezeigt hat, welche von denjenigen der Herkunftsgebiete erheblich abweichen. So haben sich bis jetzt beispielsweise Herkünfte aus Korsika und Kalabrien in Grossbritannien, Belgien und Holland bestens bewährt.

In der Schweiz wurde die Schwarzföhre im letzten Jahrhundert zwar sehr oft, aber doch nur auf kleinen Flächen angebaut, denn Standorte, auf denen sie eine bessere Leistung als die standortheimischen Baumarten verspricht, sind hier nirgends in grosser Ausdehnung vorhanden. In Frage kämen am ehesten Standorte der trockenen Kalkbuchenwälder, der Flaumeichenwälder und der südlichen Alpentäler. Am besten untersucht und bekannt sind die Anbauflächen mit österreichischen Schwarzföhren am Vingelzberg bei Biel. Dort wurden schon um 1847 von Oberförster *Emil von Geyser* auf sehr flachgründigem Malmkalk Kulturen angelegt, welche eine ganz beachtliche Wuchsleistung gezeigt haben. Die Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen hat dort um 1889 eine Versuchsfläche angelegt, über die *Badoux* (11) erstmals berichtet hat.

Anbauversuche im Lehrwald der ETH

Obwohl der Verfasser der Schwarzföhre in der Schweiz höchstens eine örtlich eng begrenzte Bedeutung beimisst, wurden in den Jahren 1959 bis 1964 im Revier Reppischthal des Lehrwaldes der ETH Zürich auf Standorten des Pfeifengras-Föhrenwaldes (*Molinio-Pinetum silvestris*) an steilen Südwesthängen mit Mergel unterlage mit dreijährigen Pflanzen von insgesamt 14 Herkünften kleine Testkulturen angelegt. Die Höhenlage der Anbauflächen beträgt 550 bis 750 m. Es handelt sich um die folgenden Herkünfte aus autochthonen, sorgfältig ausgewählten Beständen hervorragender Qualität:

1. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
2. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
3. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
4. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
5. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
6. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
7. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
8. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
9. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
10. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
11. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
12. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
13. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).
14. Schwarzföhre (Pinus nigra) aus dem Kastanienwald bei Gais (Graubünden).

Herkunftsverzeichnis

Prov. Nr.	Herkunft	Anbaujahr
100	Montenegro (Crna Bara, Taragebiet)	1959, 1964
101	Bosnien (Višegrad)	1959, 1964
102	Bosnien (Višegrad)	1959, 1964
103	Kroatien (Rijeka)	1959, 1964
104	Herzegovina	1964
108	Serbien (Titovo Ućice)	1964
109	Serbien (Cajetina)	1959
110	Serbien (Jablanica)	1959, 1964
112	Kalabrien	1960
113	Korsika	1961
114	Mazedonien	1964
123	Mazedonien	1964
124	Mazedonien	1964
125	Mazedonien (Treskatal)	1964

Im Sommer 1976 wurden alle Kulturen durch die holländische Praktikantin Frau *Van Vliet* beurteilt. Es wurden die Oberhöhen bestimmt, die Schaftqualität und die Aststärken taxiert. Die Ergebnisse der Erhebungen in den zwölf- bis siebzehnjährigen Kulturen können selbstverständlich für eine endgültige Beurteilung der einzelnen Herkünfte nicht massgebend sein, um so weniger, als auch die Standortsverhältnisse (Gründigkeit des Bodens) nicht bei allen Anbauorten übereinstimmen. Dennoch sind die Ergebnisse bereits sehr aufschlussreich.

Hinsichtlich des *Höhenwachstums* zeigten sich zum Teil erhebliche Unterschiede. Die 17jährigen Herkünfte 101 und 102 (Višegrad) erreichten mit 9 m die grössten Oberhöhen. Von den 12jährigen Kulturen wies die Herkunft 124 aus Mazedonien die grösste Oberhöhe auf. Die Herkunft 103 erreichte mit 17 Jahren lediglich eine Oberhöhe von 5 m. Mit Ausnahme der erwähnten Herkünfte 101, 102 und 124 waren die Oberhöhen merklich kleiner als bei verschiedenen, auf den gleichen Standorten angebauten Herkünften der Waldföhre.

Dagegen war die *Stammqualität* (Geradschaftigkeit) bei den Schwarzföhren allgemein gut und eher besser als bei den Waldföhren. Besonders positiv zeichneten sich die Schwarzföhrenherkünfte 100 aus Montenegro, 102 aus Višegrad und 112 aus Kalabrien aus, während die Herkunft 103 aus Rijeka am schlechtesten beurteilt wurde.

Deutliche Unterschiede zeigten sich zum geringen Teil auch in der *Astfeinheit*. Besonders feinastig ist die Herkunft 100 aus Montenegro, verhältnismässig grobastig die Herkunft 112 aus Kalabrien. Im Vergleich zu den Waldföhren sind zurzeit die Schwarzföhren gröberastig als die Waldföhren.

Unter *Schneedruck* haben die Waldföhren stärker gelitten. Bei den Schwarzföhren wurden oft ausgebrochene Äste festgestellt, bei den Waldföhren dagegen häufig auch Gipfelbrüche.

Zweifellos würde erst eine längere Beobachtungsdauer ein Urteil über die Eignung der verschiedenen Herkünfte erlauben, wozu immerhin die meisten unserer Anbauflächen zu klein sind.

Eindeutig dürfte jedoch schon heute feststehen, dass auch bei der Schwarzföhre erhebliche Unterschiede der einzelnen Herkünfte beachtet werden müssen und dass sich die Provenienzwahl nicht wie bisher vorwiegend auf ein einziges Herkunftsgebiet, Niederösterreich, beschränken darf.

Literatur

- (1) *Rubner, K.*: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. Radebeul und Berlin, 1960
- (2) *Schmied, H.*: Über die österreichische Schwarzkiefer. Cblt. f. d. ges. Forstw., 1929
- (3) *Cieslar, A.*: Die Schwarzföhre am Triester Kalk. Cblt. f. d. ges. Forstw., 1922
- (4) *Krüssmann, G.*: Die Nadelgehölze. Berlin und Hamburg, 1955
- (5) *Mayer, H.*: Wälder des Ostalpenraumes. Stuttgart, 1974
- (6) *Wendelberger, G.*: Das Reliktvorkommen der Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arnold) am Alpenostrand. Ber. Dt. Bot. Ges. 75, 1962
- (7) *Wagner, H.*: Die Trockenrasengesellschaften am Alpenostrand. Akad. d. Wiss.; math.-naturw. Kl. Denkschrift 104, Wien, 1941
- (8) *Knapp, R.*: Vegetationsaufnahmen von Wäldern der Ostalpenrandgebiete. Halle, 1944
- (9) *Martin-Bosse, H.*: Schwarzföhrenwälder in Kärnten. Angew. Pflanzenoz. 20, Wien, 1967
- (10) *Kral, F.*: Grundzüge einer postglazialen Waldgeschichte des Ostalpenraumes. In: Mayer, 5
- (11) *Badoux, H.*: Une instructive placette d'essais de pin noir d'Autriche dans une forêt suisse. Journ. for. suisse, 1928

Bericht über die Tätigkeit des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung 1975/76

Von *M. de Quervain*, Davos/Weissfluhjoch

Oxf.: 423.5 (047)

I. Allgemeines und Personelles

Vom Betrieb des Instituts her gesehen war die im Frühling 1976 in Angriff genommene Erweiterung des Institutsgebäudes auf Weissfluhjoch wohl das markanteste Ereignis des Berichtsjahres. Zunächst wirkte es sich negativ aus, indem die Laboratorien stillzulegen waren und für Mitarbeiter und Material teilweise behelfsmässige Standorte bezogen werden mussten. Da sich die Bautätigkeit vor allem ausserhalb des Altbaues abspielte, hielt sich die Störung allgemein in erträglichem Rahmen. Von den sehr positiven Auswirkungen der Erweiterung soll im nächsten Tätigkeitsbericht die Rede sein.

Das zweite, mehrere Sektionen betreffende zentrale Thema war die Bearbeitung der Lawinenkatastrophen vom April 1975, und das dritte das internationale Symposium für angewandte Glaziologie in Cambridge (veranstaltet durch die Internationale Glaziologische Gesellschaft). An diesem Anlass waren drei Sektionen engagiert.

Im regulären Personal des Instituts ergaben sich erstmals keine Veränderungen. Als temporäre Mitarbeiter wirkten im Rahmen der Sektion I mit die Studenten P. Bischoff (4 Monate), J. Kindschi (3½ Monate), ferner bei der Sektion III die italienische Arbeitergruppe und drei Schüler.

II. Wissenschaftliche und technische Arbeiten

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

Der Winter 1975/76 zeichnete sich auf Weissfluhjoch nach einem einigermaßen normalen Frühwinterverlauf durch eine von Mitte Januar bis Ende April nahezu konstante Schneehöhe (1,40 Meter) aus. Am 13. April streifte die Schneehöhenkurve mit dem genannten Wert das absolute Minimum für dieses Datum (seit 1941). Die maximale Schneehöhe des Winters, gewöhnlich Mitte April realisiert, wurde mit 1.64 Metern bereits im Januar erreicht.

Klimatologie der subnivalen Zone

Das wesentliche Beobachtungsmaterial zur Schneeklimatologie der vor allem interessierenden Lawinenanrisszonen setzt sich zusammen aus den eigenen täglichen

chen Wetter- und Schneebeobachtungen des Instituts in Davos und auf Weissfluhjoch, aus periodischen Schneeprofilaufnahmen im selben Rayon, aus den entsprechenden Daten des gesamtschweizerischen Lawinendienstnetzes und den Erhebungen des Netzes der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Die Beschaffung und Verarbeitung dieses Materials bis zur Veröffentlichung im «Winterbericht» beansprucht einen beträchtlichen Anteil der Kapazität des Instituts (vor allem Sektion I und Lawinendienst). Dazu gesellen sich von Fall zu Fall besondere Studien, die wieder ergänzender Beobachtungen bedürfen. Eine Untersuchung über die Repräsentativität punktweiser Niederschlagsmessung — im besonderen Schneemessung — im Gebirge liess es wünschbar erscheinen, die Schneeablagerung auf der Nordabdachung des Parsonengebietes gegen das Prättigau hin zu erfassen. Ein beim «Kreuzweg» (2288 m ü. M.) errichteter Pegel ergab bis dahin im täglichen Schneehöhenverlauf trotz der um 250 Meter geringeren Meereshöhe fast Übereinstimmung mit dem Versuchsfeld Weissfluhjoch (2540 m ü. M.). (Korrelation über 0,9).

Schneedeckenentwicklung in verschiedenen Hangexpositionen

Die Beobachtungen des Projektes «Gaudergrat», das nach drei Messwintern vor dem geplanten Vollausbau wegen Personalmangels leider sistiert werden musste, wurden einer weiteren Bearbeitung unterzogen. Die vorläufigen Ergebnisse weisen auf grosse Unterschiede in den mittleren Schneehöhen an den verschiedenen exponierten 30° geneigten Hangflächen hin. Am Osthang (Lee) ist die Schneehöhe um einen Faktor 2—3 grösser als am Westhang (Luv). Horizontale Felder schliessen sich schneehöhenmässig an ausgesprochene Lee-Hänge an. In weiteren Auswerteschritten sollen die Unterschiede im Schneedeckenaufbau und in der Stabilität analysiert werden.

Lawinenhäufigkeiten, statistische Lawinenprognose

Im Rahmen eines Gutachtens für die Praxis (Lötschental) wurden Häufigkeitskriterien für Grosslawinen und grosse Anriss Höhen aus Schneefall- und Schneedeckendaten ermittelt und ein vorläufiges Verfahren erarbeitet zur Anwendung dieser Kriterien auf das sich stellende Lawinenproblem.

In Zusammenarbeit mit der Sektion IV und dem «Institut pour la mécanique des fluides», Grenoble (Ch. Obled, P. Bois), sind gesamthaft 4 Modelle zur Errechnung eines Lawinengefahrenindexes aus Wetter- und Schneedaten entstanden. Eine Überprüfung der Modelle unter dem aktuellen Lawinengeschehen ergab für die Modelle I und IV eine Erfolgsquote von 70—80 % (Verifizierung eines «Lawinentags») und für die Modelle II und III eine solche von 60—70 %. Die Aussage «Lawinentag» oder «Nichtlawinentag» ist natürlich gegenüber der gewünschten Detaillierung noch wenig differenziert. Die Modelle bilden aber einen wichtigen Schritt in der Richtung auf das Fernziel. (Ein Bericht wurde für das Symposium von Cambridge eingereicht).

Analyse der Lawinensituation April 1975

Eine statistische Bearbeitung der Lawinenanrissflächen der Katastrophenlage vom April 1975 (Anzahl 588 Anrisse) zeigte, dass die Grosslawinen mehrheitlich

an Nordhängen anbrachen. Die mittlere Höhenlage der Anrissflächen betrug 2135 m ü. M. und die mittlere Neigung $37,8^\circ$. Eine Karte der «wahrscheinlichen Anriss Höhen», basierend auf demselben Beobachtungsmaterial, lässt schliessen, dass die mittlere flächige Anrissmächtigkeit nur in ganz seltenen Fällen 1,6 Meter überschritt.

Schneehydrologische Studien Dischma

Das im Testgebiet Dischma entwickelte Schneeabflussmodell ist auch ausserhalb des Dischmatal (im Ausland) angewandt worden. Es wird noch weiterentwickelt, besonders im Hinblick auf die komplizierten Verhältnisse bei Regen und Schneefall während der Schmelzperiode. In diesem Sinn ist ein Ausbau der automatischen Meteo-Station Dischma (Feuchtigkeitsfühler, Sonnenzelle) vorgenommen worden.

Die Isotopenstudien zur Datierung der Niederschläge aus dem Abflusswasser wurden unter Mitwirkung der Universitäten Bern und Pisa weitergeführt. Zur Verifizierung des indirekt festgestellten Grundwasserrückhaltes, die mit Hilfe von ^{85}Kr -Messungen erfolgen soll, ist eine erste Bohrung durchgeführt worden (Eidgenössisches Amt für Wasserwirtschaft). Im übrigen wurden die laufenden Erhebungen über die Schneedeckung (Luftaufnahmen) und den Wasserabfluss weitergeführt.

Dampfaustauschprozesse an der Schneeoberfläche

Die Isotopenbilanz wird durch Austauschprozesse an der Schneeoberfläche beeinflusst. Um den Kondensationsteil erfassen zu können, wird daher die Messung der isotopischen Zusammensetzung der Luftfeuchtigkeit vorbereitet (mit Institut für Radiohydrometrie München). Die begleitenden Isotopenmessungen des Niederschlags in Davos und auf Weissfluhjoch (Mitwirkung Observatorium Davos und Universität Pisa) dienen zugleich für die Abklärung des Isotopen-Höheneffekts.

Schneelasten auf Dächern (SIA-Norm 160)

Über die bisherigen Resultate wurde am Symposium von Cambridge Bericht erstattet (Mitwirkung Sektion II).

Satellitenbeobachtung der Schneedeckung

Im Rahmen des Projektes «Inventar der natürlichen Ressourcen und der Landbewertung in der Schweiz» (Geographisches Institut der Universität Zürich, EISLF Co-investigator) werden dem Institut SLF vom «Landsat» aufgenommene Bilder des Dischmabietes zur Verfügung gestellt. Die Schneedecken-Messungen des Instituts liefern eine Kontrolle für die Satellitendaten. Für das Internationale Seminar der WMO in Genf wurde als Beitrag zum schweizerischen Nationalbericht ein Referat über Möglichkeiten und Hindernisse der Anwendung von Satellitendaten in der Hydrologie ausgearbeitet.

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

Schnee- und Lawinenmechanik

Triaxiales rheologisches Verhalten von Schnee

Die Arbeit über die «Stoffgleichung für die kriechende Verformung von Schnee» konnte abgeschlossen und als Dissertation eingereicht werden.

Struktur und mechanische Eigenschaften von Schnee

In dieser Richtung sind zwei Untersuchungen durchgeführt worden. Mit Hilfe eines theoretischen Ansatzes über die räumliche Verteilung von Kornbindungen kann aus Schnee-Dünn schnitten auf die entsprechenden dreidimensionalen Bindungsverhältnisse in den betreffenden Schneearten geschlossen werden. Für die Übertragung von Kräften im Schneegefüge wird ein Elementarvolumen eingeführt, dessen Festigkeitseigenschaften durch die geometrischen Kornbindungsverhältnisse gegeben sind. Die daraus abgeleitete Gesamtfestigkeit von Schnee (zum Beispiel Zugfestigkeit) erweist sich als gut korreliert zu gemessenen Festigkeitswerten — besser als die Dichte.

Die andere Arbeit führt die grundsätzliche Verschiedenheit von Spröd- und Zähbruchfestigkeit des Schnees bei rascher bzw. langsamer Spannungssteigerung auf statistische Strukturbedingungen zurück. Daraus werden Schlüsse über die Stabilitätsentwicklung in der Schneedecke gezogen.

Schneedruckmessungen

Die von Weissfluhjoch an den Mattstock (Amden) verpflanzten *Schneedruckapparate* sind nun nach Neueichung der Messfedern durch die EMPA betriebsbereit. Am neuen Standort sollen sie Druckwerte auf Verbauungselemente unter starkem Gleiten liefern, wofür immer noch ein starker Mangel besteht.

Lawinenbewegung

Mit der *Schneegleitbahn* gewonnene Versuchsergebnisse über das stationäre ungleichmässige Fliessen von Lawinenschnee sind zu einer Publikation verarbeitet worden (Symposium Cambridge). Weitere Versuche mit der umgestellten Gleitbahn bezogen sich auf die Schneedurchlässigkeit von Balkenrostern.

Die drei Messanlagen für Schub- und Druckmessung am Lukmanier und die Geschwindigkeitsmessung im Rotschtobel (Davos) sind weiter in Betrieb gehalten worden, ohne neue Resultate zu erbringen. In der Anlage Mettlenrus (Engi) ist die Geschwindigkeitsmessung verbessert worden.

Wirkung von Explosionen auf Schnee

Eine erste Versuchsserie zu diesem Mehrjahresprojekt ist abgeschlossen und publiziert worden. Das Resultat besagt zusammenfassend, dass die durch eine Explosion im Schnee erzeugten Zusatzspannungen abhängen von der Art und Anordnung der Sprengladungen, von der Wahl des Sprengpunktes bezüglich der Schneeoberfläche und von der Entfernung vom Sprengpunkt. Am wirksamsten

sind Sprengpunkte auf oder über der Schneedecke und Sprengstoffe mit hoher Detonationsgeschwindigkeit. Für Sprengpunkte über der Schneedecke nimmt der Wirkungsbereich etwa mit der Quadratwurzel der Ladungsmasse zu, für Sprengpunkte im Schnee etwa mit der dritten Wurzel. Sprengpunkte über der Schneoberfläche sind also für die Lawinenauslösung weiterreichend und wirksamer als solche in der Schneedecke. Für die Fortsetzung der Versuche ist ein Raupenfahrzeug mit Messkabine und fest installierten Versuchseinrichtungen beschafft worden.

Verbauungswesen

Überprüfung von Verbauungskonstruktionen

Es sind dem Institut verhältnismässig zahlreiche Entwicklungen von Verbauungskonstruktionen zur Begutachtung vorgelegt worden. Die Behandlung bestand bis dahin in einer Nachprüfung der korrekten Berücksichtigung der Verbauungsrichtlinien (im besonderen der angreifenden Schneekräfte). Zusätzlich erscheint eine praktische Erprobung von Prototypen über eine gewisse Zeit als unumgänglich.

Fundationsversuche

Eine neuartige, von österreichischer Seite vorgeschlagene Fundierung von Stützwerken mit *gerammten Pfählen* wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Grundbau und Bodenmechanik der Eidgenössisch Technischen Hochschule Zürich in Feldversuchen auf die Tragfähigkeit untersucht. Es zeigte sich, dass in vielen der ausgewählten Versuchsgebieten die Rammbarkeit der Böden schlecht war. Dies könnte die verbreitete Anwendung des Verfahrens in Frage stellen, abgesehen von der begrenzten Belastbarkeit der Pfähle.

Sektion III: Schneedecke und Vegetation (Chef Forstingenieur H. R. in der Gant)

Gleitschneeschutz, temporärer Stützverbau und Aufforstung im Gleitschneeegebiet

In der hochgelegenen Versuchsfläche «Rudolf» (Dorfberg, 2200 m ü. M.) ist der Entwicklungszustand der Pflanzen durchwegs schlecht. Fast alle Lärchen erlitten durch Triebsschäden den Wipfeltod, und die Fichten sind unter den häufigen Frostschäden verkrüppelt. Die Pflanzen auf der *Versuchsfläche «Fopp»* (Dorfberg, 1800 m ü. M.) dagegen befinden sich gesamthaft in gutem Zustand. In der Fichtenpflanzung 1971 war erstmals ein erheblicher Jahresabgang (6 %) durch Schneeschimmel zu verzeichnen (gesamthaft seit 1971 12 %). In verschiedenen dichten Bestandesteilen wurde die quantitative und qualitative Schneedeckenentwicklung mit derjenigen auf einer kleinen Lichtung und im Freiland verglichen.

Im *Versuchsgebiet Blaisa ob Pusserein*, Gemeinde Schiers (1400—1500 m ü. M.), wo ein Versuchsverbau mit temporären Stützwerken und Gleitschutzmassnahmen geplant ist, konnte mit Rücksicht auf Sparmassnahmen und Prioritäten erst im Herbst 1976 mit Vorarbeiten begonnen werden (Materialbahn, Absteckung usw.).

Temporärer Stützverbau und Aufforstung im Lawinenanbruchgebiet

Im *Versuchsgebiet Stillberg* (Dischmatal, 2000—2500 m ü. M.) haben die im Sommer ausgesetzten Versuchspflanzen den ersten Winter gut überstanden. (Aufnahmen gemeinsam mit der Eidgenössischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen). Die Abgänge sind mit etwa 1,7 % Arven, 0,6 % Bergföhren und 2 % Lärchen durchwegs gering. Die Arven wurden stellenweise durch die Schütte (*Phacidium infestans* Karst) angegriffen, und bei den Lärchen haben kleinere Pflanzen zum Teil unter Frostschäden gelitten. Die Pflegearbeiten beschränkten sich auf Befreiung von Schuttüberführung, Bekämpfung von Schütteschäden und auf den Ersatz von stark geschädigten Pflanzen aus der gleichen Nachzucht.

Die photogrammetrische Schneehöhenmessung konnte in Zusammenarbeit mit dem Büro Ing. Flotron, Meiringen, wesentlich verbessert und mit der Methode der optischen Schneehöhenablesung verglichen werden. Zur Verbesserung der Lawinenkartierung wurden grossformatige Kameras mit Teleobjektiven getestet. Im Rahmen der Untersuchung der Schneedecke und der Lawinen als ökologische Faktoren wurde die Schneedeckungsdauer und ihre Variation auf der Versuchsfläche für die Periode 1959/70 ermittelt. Von den Schneepiegelablesungen 1959—75 (etwa 200 000 Schneehöhen) ist eine Datenbank für die institutseigene PDP-11-Anlage angelegt worden. Weitere Arbeiten bezogen sich auf die Beendigung der Umgebungsarbeiten, die Bezeichnung aller Einheitsflächen und die Vorbereitung einer neuen topographischen Kartierung des Versuchsgebietes.

Spezielle Kriech- und Gleitschneeuntersuchungen

Die Versuchsanlage Matte-Frauenkirch (1700 m ü. M.), die der Messung des Schneegleitens und des Gleitdruckes dient, wies in diesem schneearmen Winter eine maximale Schneehöhe von nur 60—80 cm auf und war am 19. März bereits wieder aper. Dementsprechend ergaben sich nur unbedeutende Druckwerte. Im Sommer 1976 wurden alle Messanlagen überholt.

Waldschäden der Lawinenkatastrophen vom April 1975

Die Waldschäden sind eingehender behandelt im Winterbericht EISLF (Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen, Winter 1974/75, Nr. 39). Sie sind anhand der von den Forstdiensten erhaltenen Schadenprotokolle und eigener Begehungen analysiert worden. Hier sei lediglich eine knappe Zusammenfassung gegeben.

In der Lawinenperiode vom 3.—10. April 1975 haben in der Schweiz 560 Waldschadenlawinen $135\ 889\ m^3$ Holz geworfen, oder durchschnittlich $243\ m^3$ pro Lawine. Es wurde Hochwald wie auch Jungwuchs zerstört. Verursacht wurden die Lawinen durch die Grossschneefälle vom 3.—7. April mit 150—250 cm Neuschnee (aufsummierte Tageswerte). Die Waldschadenlawinen brachen grösstenteils (76 %) in der baumlosen Zone oberhalb des Waldgürtels an oder seltener (9 %) in einer lückig bestockten Waldgrenzenzone, vereinzelt (5 %) auch im Waldbestand auf Lücken oder Blössen. Die grössten Waldschäden kamen dort zustande, wo extreme Schnee-Niederschläge auf lockere Oberflächenschichten fielen, nämlich im Raum Disentis/Medel und im mittleren Hinterrheintal. Da die Ruhepause zwischen ähnlichen Lawinenereignissen etwa 75

Jahre beträgt, ist bei Waldbeständen unter potentiellen Lawinenanrisszonen in diesem Zeitraum immer wieder mit Waldzerstörungen zu rechnen. Im Waldbestand selbst sollen baumlose oder mit Jungwuchs bestockte Flächen im Bereich der Anrissneigung nicht länger als etwa 40 m in der Falllinie sein, um keine waldinterne Lawinenbildung zu ermöglichen (maximale Breite etwa 80 m). Wesentlich ist auch ihre örtliche Verteilung.

Holzkonservierungsversuche im Lawinenverbau

Im Versuchsgebiet Soppenmahd wurde die Feldprüfung von Versuchshölzern der temporären Stützwerke in Zusammenarbeit mit der Biologischen Abteilung (Prof. O. Wälchli) und der Holzabteilung (Ing. J. Sell) der EMPA fortgeführt. Für die Auswertung und Publikation aller bisherigen Untersuchungen ist ein Arbeitsprogramm aufgestellt worden.

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

Strukturuntersuchungen

Die direkte statistische Korrelierung von Schneedünnenschnittdaten mit mechanischen Schneeparametern — ein etwas anderer Weg als unter Sektion II beschrieben — ist fortgesetzt worden. Hiezu ist der «Tomograph» erster Generation durch den Dünnenschnittanalyseator II ersetzt worden, an den sich der Analog-/Digitalkonverter und der Computer PDP 11/20 und 11/45 anschliessen. Die hiezu notwendigen Programme sind für den operationellen Betrieb hergestellt worden. Sie umfassen eine Anzahl von strukturellen Parametern wie Punktdichte, Anzahl von Korngebieten und Leerstellen, mittlere Korndurchmesser usw., aber auch Varianz und Extremwerte dieser Grössen. Das System gibt im Bereich von etwa $\pm 1\%$ reproduzierbare Resultate. Für die weitere Bearbeitung (Formerkennung, Strukturparametrisierung) wird die auf Digitalband gespeicherte Primärinformation in die CDC-Anlage in Zürich übergeführt. Die entsprechenden Programme, an das neue Betriebssystem Scope 3.4 angepasst, wurden für eine allgemeine Verwendbarkeit in der Formerkennung getestet. Die vorläufigen Resultate der Untersuchung über die Beziehung zwischen Strukturparameter und Zugfestigkeit sind vor einer Publikation durch weitere Erhebungen, insbesondere die Überprüfung der Repräsentativität von Stichproben, zu erweitern.

Statistische Lawinenprognose

Für dieses primär der Sektion I zugeordnete Projekt sind die für die Modelle II und III benötigten Rechenprogramme überarbeitet worden. Die Sektion IV war auch an der Weiterentwicklung der Methodik des Modells IV beteiligt sowie an der Ausarbeitung des Berichtes für das Symposium Cambridge.

Ladungstrennung von Eis im Kontakt mit Metallen

Die Trennung elektrischer Ladung, die auftritt, wenn Eispartikel in kurzzeitigen stossenden oder streifenden Kontakt mit anderen Eisteilchen oder Wasser-

tröpfchen treten, wird als Quelle der Gewitterelektrizität betrachtet. Ihre Ursache ist recht undurchsichtig und die Erscheinung im einzelnen schwer reproduzierbar. Das Problem ist besser zu überblicken, wenn als Partner des Eises ein Metall von bekanntem elektronischem Zustand gewählt wird. Für die Bestimmung der Ladungstrennung zwischen Eis und Metall ist einerseits ein theoretisches Modell aufgestellt worden, und anderseits wurde dieser Effekt für verschiedene Metalle und Auftreffgeschwindigkeiten mit und ohne äusserem elektrischem Feld gemessen. Unter der Annahme, dass in der Eisoberfläche definierte elektronische Zustände auftreten können — eine bis dahin nicht in Betracht gezogene Konzeption — ist es gelungen, den Verlauf der beobachteten Ladungstrennung rechnerisch zu reproduzieren, was als Stütze für die getroffene Annahme zu werten ist. Mit dieser langjährigen Arbeit wurde das aus der Hagelforschung übernommene Projekt abgeschlossen.

Rechenautomat PDP-11

Die Sektion IV betreute weiterhin die Wartung des PDP-11 und die Programmberatung für das ganze Institut.

III. Lawinendienst, Technische Dienste, Dokumentation und Administration

Gruppe Lawinendienst (Leiter M. Schild)

Lawinenwarnung und Unfallwesen

Vom 5. Dezember bis zum 7. Mai wurden 35 Bulletins (Vorjahr 61) ausgegeben, davon nur 12 Zwischenberichte. Die Zahl der Sachschadenfälle war sehr gering, hingegen erlitten von 50 verschütteten Personen 16 den Lawinentod, nämlich 15 Skifahrer und Bergsteiger und 1 Arbeiter. Das langjährige Mittel liegt bei 25 Todesopfern. Im Hinblick auf die geringen Schneehöhen im Winter 1975/76 erscheint die Zahl der Verschütteten und Toten doch verhältnismässig hoch.

Die Bearbeitung der Schaden- und Unfalldaten des Vorwinters (1974/75) zu handen des Winterberichtes erfolgte grösstenteils durch den Lawinendienst. Weitere Aktivitäten des Lawinendienstes siehe Abschnitt IV.

Technische Dienste (Leiter: Dr. O. Buser)

Dokumentation (Leiter: Dr. B. Salm)

Administration

Im Rahmen der *Dokumentation* standen die umfangreichen Dreharbeiten zum neuen *Institutsfilm* durch die Firma Condor A. G., für die auch Eigenaufnahmen beigesteuert wurden. Verschiedene weitere Mitarbeiter aus dem Institut hatten bei Innen- und Aussenaufnahmen mitzuwirken. Die Fertigstellung des Werkes ist auf den Herbst 1977 vorgesehen.

Für die Schaffung einer umfassenden *Diapositivsammlung* über alle Aspekte des Waldes durch das Oberforstinspektorat wurde der *Institutsphotograph* (E. Wengi) ausserhalb des regulären Arbeitsprogrammes zur Verfügung gestellt.

Die *Technischen Dienste* hatten neben der normalen Produktion von Gerätschaften und Zeichnungen im Auftrag der Fachgruppen die durch den Erweiterungsbau bedingten Umdispositionen (z. B. Abbau der Hagelkanäle) zu bewältigen.

Die *Administration* zeichnet sich dann besonders aus, wenn man von ihr nicht sprechen muss.

IV. Beziehungen des Instituts nach aussen

Inlandtätigkeit

Gutachten, Aufträge der Praxis

Die im Berichtsjahr abgegebenen 97 schriftlichen Gutachten verteilten sich wie folgt auf die Sektionen I, II und den Lawinendienst:

Gutachtenbearbeitung 1975/76 (1. Oktober)

	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>LD</i>	<i>Div.</i>	<i>Total</i>
Schneeverhältnisse, Schneelasten	5	2	—	—	7
Unfälle, Schäden	—	1	1	—	2
Künstliche Auslösung	—	1	7	—	8
Gefahrenkarten, Zonenpläne	—	16	—	—	16
Schutz touristischer Anlagen	—	3	17	1	21
Schutz Strassen, Bahnen	—	15	—	—	15
Schutz Kraftanlagen	2	—	1	—	3
Lawinenverbau	—	8	—	—	8
Prüfung von Werktypen	—	9	—	—	9
Verschiedenes	2	3	2	1	8
Total	9	58	28	2	97

Nicht inbegriffen sind die allgemeinen Unfall- und Schadenanalysen für den Winterbericht.

Beobachtungen für andere Stellen (Sektion I)

- Wetterbeobachtung (drei Termine) für die MZA (mit Institutswart)
- Messung der Firnrücklage Silvrettagletscher für Schweizerische Gletscherkommission
- Überwachung der Radioaktivität der Luft für Zentralstelle Freiburg

Kurse, Tagungen, Vorträge

* (durch das Institut organisiert)

- | | |
|----------------------|--|
| 9. 10. 1975 | * Eidgenössische Schnee- und Lawinenforschungskommission, Zürich (Vortrag Föhn, Good, Gubler, Martinec, Sommerhalder) |
| 25. 10.—2. 11. | «Snow 75», Basel. Ausstellung über Lawinenschutz (Dok.) |
| 31. 10. | Schweizerische Hydrologische Kommission SNG, Wil (Vortrag Föhn, Martinec) |
| 14. 11. | Zentralschweizerischer Patrouillenkurs SSV, Andermatt (Vortrag Heimgartner) |
| 15. 11. | Kurs SAC-Rettungsdienst Wallis (Vortrag Heimgartner) |
| 20.—23. 11. | * Instruktionskurs 28a für Beobachter des Lawinendienstes (LD, II) |
| 25.—30. 11. | SSV-Patrouillekurs, Tannenboden (Vortrag Schild) |
| 4. 12. | Universität Zürich, Anatomisches Institut (Vortrag Good) |
| 9.—11. 12. | Lawinenhundeführerkurs SAC, Trübsee (Instr. Schild) |
| 12.—15. 1. 1976 | * Allgemeiner Lawinenkurs, Davos. Internationale Beteiligung 105 Teilnehmer (ganzes Institut SLF) |
| 18. 2. | Tagung Wissenschaftsjournalisten, Davos (Vortrag Frutiger, de Quervain) |
| 20. 2. | SIA Sektion Graubünden, Chur (Vortrag Frutiger) |
| 27. 2. | Photographisches Institut ETH, Zürich (Vortrag Good) |
| 15. 4. | Sprengkurs Gesellschaft für angewandte Sprengtechnik (Vortrag Schild) |
| 1. 7., 22. 7., 3. 8. | * Instruktion und Beratung Rundholz-Schneerecherbau. Davos, Praden (GR), Mayen de Conthey (VS) (in der Gand mit Sektion III) |

Die Lehraufträge ETHZ «Schneekunde und Lawinenverbau» (Vorlesung, Übungen, Exkursion) und «Seminar Atmosphärenphysik» (Prof. Dütsch, Prof. Kuhn) wurden wie bisher durch Prof. M. de Quervain betreut.

Auslandtätigkeit und internationale Verbindungen

Die personelle Vertretung in den internationalen Organisationen, die sich direkt oder indirekt mit Schnee und Lawinen befassen, blieb gleich wie im Vorjahr.

«Division on Seasonal Snow Cover and Avalanches» der Internat. Kommission für Schnee und Eis: Vorsitz B. Salm; Internat. Glaziologische Gesellschaft: Präsident M. de Quervain, Arbeitsgruppe «Wald und Lawinen» der Internat. Union der Forstlichen Versuchsorganisationen (IUFRO): Vorsitz H. in der Gand. Für die Tagung der Internationalen Glaziologischen Gesellschaft leistete das Institut neben den fachlichen Beiträgen organisatorische Mitwirkung in der Vorbereitung.

Das letzjährige internationale Expertentreffen von Davos über die Lawinenzonenplanung wurde als «Workshop» in Innsbruck fortgesetzt mit dem Ziel einer vergleichenden Bearbeitung von praktischen Problemen.

Das Projekt «Sicherheit in den Bergen» zur Schaffung von *Lehrfilmen* (Deutschland, Österreich, Schweiz), in dessen Rahmen ein neuer Institutsfilm gedreht wird, ist unter «Dokumentation» bereits erwähnt worden.

Folgende ausländische bzw. internationale Anlässe sind mit Delegierten des Instituts (in fachlichen oder administrativen Funktionen) beschickt worden:

- 27.11.—11.12. 1975 Internat. Symposium über hydrologische Repräsentativgebiete Tokyo und Hokkaido. Universität Sapporo (Vortrag J. Martinec)
- 16.—18.12. Regierung Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Udine, Lawinenprobleme (Beratung Frutiger)
- 15.12. Kurs Lawinendienst Vorarlberg, Rauz Arlberg (Instr. Schild)
- 27./28.1. 1976 Deutsche Normenkomm. Wildbach und Lawinen, München (de Quervain)
- 8.—12.3. Universität Pisa, Kurs Hydrologie (Vortrag Martinec)
- 12.—14.3. Tagung Ital. Geologenvereinigung, Bozen (Vortrag Frutiger)
- 16.—18.3. Tagung Société Hydrotechnique de France, Sect. Glaciologie Paris (Heimgartner)
- 6.—7.4. Deutsch-schweiz. Polartagung Zürich (Föhn, de Quervain)
- 8.—12.6. Deutsche Ges. f. angewandte Optik und Nachrichtentechnische Ges., Erlangen (Vortrag Good)
- 9.—13.6. Schweiz.-amerikan. Symposium über Gebirgsmeteorologie und Biometeorologie, Interlaken (Vortrag Föhn)
- 21.—25.6. Unesco «Workshop» zur Lawinenzenenplanung, Innsbruck (Vortrag und Berichte de Quervain, Salm, Frutiger)
- 20.6.—2.7. 16. IUFRO-Weltkongress, Oslo (Vortrag in der Gant)
- 10.—13.8. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Udine (Lawinengefahrenkarten, Frutiger)
- 13.—17.9. Symposium über angew. Glaziologie, Internat. Glaziologische Gesellschaft (Leitung, Vortrag de Quervain, Föhn, Martinec, Salm, Heimgartner, Gubler, Good)

Die meisten dieser Anlässe wurden auf Einladung und unter Kostendeckung durch ausländische Stellen besucht.

Publikationen und Berichte

Fortsetzung von «Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen», Jahrgang 127, 1975 (Nr. 6), Seite 407—422; nachgeführt bis Mitte Dezember 1976.

Publikationen

«Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 1974/75» (Nr. 39). Winterbericht des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung. Verlag: Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern. Inhaltsübersicht: Einleitung, Seite 3 (M. de Quervain). A. Wetter und Klima, Seite 5—29 (P. Föhn und E. Beck). B. Schnee und Lawinen in der Region Davos, Seite 30—42 (P. Föhn und E. Beck). C. Schnee- und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet, Seite 43—

99 (M. Schild und S. Gliott). D. Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden, Seite 100—208 (M. Schild, H.J. Etter und S. Gliott). E. Besondere Beiträge. I. Analyse der Beziehungen zwischen Witterung, Schneedeckenaufbau und Grosslawinen am Beispiel der Katastrophenlawinen vom April 1975, Seite 209—218 (P. Föhn). II. Waldschadenlawinen und Waldschäden der Lawinenkatastrophe vom April 1975, Seite 218—230 (H. in der Gand). F. Auszug aus dem Tätigkeitsbericht des EISLF 1974/75, Seite 231 (M. de Quervain).

Mitteilungsreihe des EISLF

Nr. 31 Martinec, J., siehe Einzelarbeiten

Nr. 32 Gubler, H., Künstliche Auslösung von Lawinen durch Sprengungen. 94 Seiten.

Einzelarbeiten

- Buser, O. Electrification by collisions of ice particles on ice or metal targets. Proceedings of the Conference on atmospheric electricity, Garmisch-Partenkirchen, 1974 (im Druck).
- Buser, O. Elektrischer Ladungsaustausch beim Stoss von Eispartikeln auf Metall. Dissertation Univ. Neuchâtel Fac. des Sciences. 50 S. (im Druck).
- Föhn, P. Analyse der Beziehungen zwischen Witterung, Schneedeckenaufbau und Grosslawinen am Beispiel der Katastrophenlawinen vom April 1975. Winterbericht Nr. 39, 1974/75, EISLF, S. 209—218.
- Föhn, P. Representativeness of precipitation measurements in mountainous areas. Proceedings of Joint Scientific Meeting on Mountain Meteorology and Biometeorology, Interlaken 10—14 june 1976, 11 p. (im Druck).
- Föhn, P. Good, W. Bois, Ph. Obled, Ch. Evaluation and comparison of statistical and conventional methods to forecast avalanche hazard. Int. Symposium on Applied Glaciology, Cambridge 12—17 Sept. 1976 (im Druck).
- Good, W. Siehe Föhn, P. et al.
- Good, W. Numerical parameters to identify snow structure (+ discussion). Int. Symposium on Snow Mechanics, Grindelwald, 1974. IAHS Publ. 114, p. 91—102.
- Good, W. Multivariate data analysis to describe intra- and intergranular relations in thin sections. Nat. Bureau of Standards Special Publ. 431, Proc. 4th Int. Congress for Stereology at Gaithersburg/Mass. USA, p. 75—78.
- in der Gand, H. Waldschäden der Lawinenkatastrophe April 1975 in den Schweizer Alpen. Mitt. Forstl. Bundes-Vers.-Anstalt, Wien, 115. Heft, 1976, S. 127—150.
- in der Gand, H. Waldschadenlawinen und Waldschäden der Lawinenkatastrophe vom April 1975, Winterbericht Nr. 39, 1974/75, EISLF, S. 218—230.
- Gubler, H. Artificial release of avalanches by explosives. Symposium on Applied Glaciology, Cambridge 12—17 Sept. 1976 (im Druck).
- Gubler, H. Einsatz von Sprengmitteln zur künstlichen Auslösung von Lawinen. Zeitschrift für Sprengtechnik (im Druck).

- Gubler, H. Auslösen von Lawinen durch Sprengung. Int. Informationstagung für Sprengtechnik, Linz 1.—3. Dez. 1976 (im Druck).
- Heimgartner, M. On the flow of avalanching snow. Symposium on Applied Glaciology, Cambridge 12—17 Sept. 1976 (im Druck).
- Kry, P. R. Quantitative stereological analysis of grain bonds in snow. *J. of Glaciol.* Vol. 14 No 72, p. 467—477 (1975).
- Kry, P. R. The relationship between the visco-elastic and structural properties of fine-grained snow. *J. of Glaciol.* Vol. 14 No 72, p. 479—500 (1975).
- Martinec, J. Snow and ice. Reprinted from «Facets in Hydrology», Chapt. 4, Editor: J. C. Rodda, John Wiley & Sons Ltd., London, 1976, p. 85—118. Mitt. Nr. 31 EISLF.
- Martinec, J. New methods in snowmelt-runoff studies in representative basins. Int. Symposium on the hydrological characteristics of river basins and the effects on these characteristics of better water management Tokyo Dec. 1975, IAHS Publ. 117, p. 99—107.
- Martinec, J. Snowmelt-runoff model for stream flow forecasts. *Nordic Hydrology*, Vol. 6, p. 145—154.
- Martinec, J. Study of the runoff mechanism by environmental isotopes in the Dischma basin. UNESCO Tech. Reports on scientific and practical results of selected IHD projects (1974), Vol. I, p. 5—8.
- Martinec, J. Study of the water balance and snowmelt in the alpine representative basin Dischma. UNESCO Techn. Reports on scientific and practical results of selectes IHD projects (1974), Vol. III, p. 25—29.
- Martinec, J. Expected snow loads incomplete hydrological data. Symposium on Applied Glaciology, Cambridge 12—17 Sept. 1976 (im Druck).
- Martinec, J. Assessment of processes in the snowpack by parallel deuterium, tritium and oxygen-18 sampling. IAHS-IAMAP-ICSI Symposium on Isotopes and Impurities in Snow and Ice, IUGG Gen. Ass. Grenoble, 1975 (im Druck).
- Philberth, K. The thermal probe deep-drilling method by EGIG in 1968 at Station Jarl-Joset, Central Greenland, Reprinted from «Ice-core Drilling». Editor: J. F. Splettstoesser, Univ. Nebraska Press (1976), p. 117—131.
- de Quervain, M. Siehe Martinec, H.; et al.
- de Quervain, M. Bericht über die Tätigkeit des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung 1974/75. *Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen*, Jg. 127, Nr. 6, S. 407—422.
- de Quervain, M. Snow and avalanches, in «Forces of Nature», Thames and Hodges, London. Editor: Vivian Fuchs (im Druck).
- de Quervain, M. Lawinendynamische Grundlagen des Lawinenzenenplans. Int. Symposium Interpraevent 1975, Innsbruck, Schutz alpiner Lebensräume (im Druck).
- Salm, B. Snow forces. (Übersichtsreferat.) Symposium on Applied Glaciology, Cambridge 12—17 Sept. 1976 (im Druck).
- Salm, B. Eine Stoffgleichung für die kriechende Verformung von Schnee. Diss. ETHZ (im Druck).

Interne Berichte

- 548 Martinec, J. Bericht über das «Symposium on the hydrological characteristics of river basins and the effect on these characteristics of better water management, Tokyo 1—8 Dez. 1975. Feb. 1976, 8 S.
- 549 Heimgartner, M. MC — Ein Programm zur Berechnung der Dissipationsfunktion aus gemessenen Verformungsgeschwindigkeiten und Spannungen. Dez. 1976, 20 S.
- 550 Gubler, H. Statistical methods to describe the strength of snow. Juni 1976. 25 S.

Externe Berichte

- (soweit direkt im Zusammenhang mit dem EISLF)
- 2334 Bois, Ph., Obled, Ch. Analyse des données nivoclimatologiques en vue de la prévision des avalanches. 2e Rapport de recherches 1973—1974. Grenoble 1975, 107 p.
- 2339 Wälchli, O. Untersuchungsbericht Nr. 23 0365: Prüfung der Schutzmittelverteilung resp. Eindringung, a) aus Forstbandage, b) der Grundimprägnierung bei Rechenbalken aus Stützverbau Stillberg. EMPA St. Gallen, August 1975, 5 S.
- 2343 VAW/ETHZ Gletscherstürze am Weisshorn, Gemeinde Randa. Expertenbericht über die Untersuchungen 1972/73, Juni 1975. 71 S. + Photodokumentation.
- 2344 Wälchli, O. Untersuchungsbericht Nr. 23 0305: Untersuchung von 105 Holzpfählen aus den Pfahlungsversuchen «Fopp» und «Rudolf», Bestimmung des Vermorschungszustandes, der Art der Holzzerstörer und der Schutzmittelverteilung. EMPA St. Gallen, Dezember 1975, 36 S. + Photodokumentation.
- 2347 Inst. f. Grund- und Bodenmech. Bericht Nr. 3600/1: Untersuchung des Fundationsvorschlages der VOEST-ALPINE AG, Zürich, April 1976, 25 S.
- ETHZ
- 2349 Wälchli, O. Untersuchungsbericht Nr. 23 0617: 49 Prüfhölzer aus Versuchsverbauung EISLF, Dorfberg, Davos. 11 Prüfhölzer aus Versuchsrechen Schilt, Gemeinde Stein/Toggenburg. Prüfung auf Vermorschungszustand, Art der Imprägnierungen, der Holzzerstörer, Eindringtiefen der Schutzmittel. EMPA St. Gallen, November 1976, 48 S.
- 2350 Wälchli, O. Untersuchungsbericht Nr. 23 0432/1: Prüfung der pilzwidrigen Wirkung gegen Basisdiomyceten vor und nach Auslaugung. EMPA St. Gallen, Dezember 1976, 20 S.
- 2351 Wälchli, O. Untersuchungsbericht Nr. 23 0432/2: 3 Holzschutzsalze ohne Arsen, Prüfung der moderfäulewidrigen Wirkung vor und nach Auslaugung. EMPA St. Gallen, Dezember 1976, 17 S.