

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 137 (1986)

**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:** 20.02.2026

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

**Bericht über die Tätigkeit des Eidgenössischen  
Instituts für Schnee- und Lawinenforschung 1984/85**

Von Claude Jaccard, CH-7260 Weissfluhjoch/Davos

Oxf.: 945.4: 435.5

**1. Allgemeines und Personelles**

Am 18. Oktober 1984 kam Dr. J. Martinec von seinem unbezahlten Urlaub beim NASA-Goddard-Space Flight Center (Greenbelt, USA) zurück. Ende Oktober 1984 trat Ing. H. R. in der Gand, Chef der Sektion III (Schneedecke und Vegetation) in den Ruhestand; sein Nachfolger ab 1.11.1984 ist Dr. sc. nat. M. Meyer-Grass. Fräulein E. Fopp, Sekretärin, verliess das Institut Ende April 1985 und wurde ab 1. Juli durch Fräulein D. Fuchs ersetzt. Am 21. Oktober 1985 wurde Dipl. Ing. HTL B. Heinzer als Informatiker angestellt.

Unter den Hilfskräften waren folgende Mitarbeiter tätig: Stud. Phys. M. Bütler (bis 1.5.1985, Sektion IV); Dipl. Ing. HTL B. Heinzer (bis 3.5.1985, Sektion I); Dipl. Phys. O. Bachmann (Sektion II); Forsting. H. Imbeck (bis 31.6.1985 und ab 1.11.1985, Sektion III); Frau A. Knupfer-Rossi (l. bis 5.10.1984, Sekretariat); Stud. Phys. B. Beer (1.10.1984 bis 15.5.1985, Sektion I); Dipl. El. Ing. ETH M. Keller (1.2. bis 31.5.1985, Sektion II), Frl. S. Hanen (15.4. bis 30.6.1985; Sekretariat) sowie eine Arbeitergruppe aus Italien (2 Mann, 396 Arbeitstage, Sektion III) und 3 Schüler (35 Arbeitstage, Sektion III).

Zahlreiche an Lawinen interessierte Personen, aus akademischen oder amtlichen Kreisen der Schweiz und des Auslandes, haben das Institut kurzfristig besucht, insbesondere die Jagdkommission des Nationalrates und die Eidgenössische Meteorologische Kommission sowie 15 Medienleute.

Planmäßig verlief der Umbau des alten Zeughauses an der Flüelastrasse (Räumlichkeiten für die Sektion III und einige andere Mitarbeiter ab Januar 1986) und des Festungswacht-Gebäudes (Gästezimmer und Arbeiterunterkunft ab November 1985).

Zu erwähnen ist ferner die Inangriffnahme, durch alle Sektionen des Instituts, eines grossen mehrjährigen Forschungsprojektes «Waldlawinen» (in Zusammenhang mit dem Waldsterben), für welches erhebliche zusätzliche Mittel vom Bundesrat bewilligt worden sind.

## 2. Wissenschaftliche und technische Arbeiten

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

#### *Schneeverfrachtung*

Die am Institutsgipfelhang gemessenen vertikalen Windprofile und Schneeverfrachtungsflüsse wurden ausgewertet. Aus 3000 Messperioden von 5 Minuten konnten typische Windprofile für Luvhang und Gipfel abgeleitet werden. Diese können für Winderosion von Schneoberflächen weiterverwendet werden. Die kubische Windverfrachtungsgleichung, die auf Gratwindmessungen basiert, konnte bestätigt und verfeinert werden.

#### *Scherrahmenmessungen und Schneedeckenstabilität*

Die parallelen Messungen mit dem Scherrahmen ( $0,05 \text{ m}^2$ ) und dem Rutschblocktest wurden weitergeführt. Rund 120 gemeinsame Messpunkte ermöglichen eine Eichung der Rutschblockteststufen. Diese Eichung wurde an die Praxis und an die Armee weitergeleitet. Die Auswertung der wertvollen Scherrahmenmesserie zur Bestimmung eines örtlichen Stabilitätsindexes für die Schneedecke ist im Gang.

#### *EDV-Schneedaten SLF*

Unter Mithilfe des Geographischen Institutes der Universität Bern (Dr. Witmer) und der SMA Zürich konnte die Überführung der Schneedaten auf EDV-Träger abgeschlossen werden. Die Auswertung der langjährigen Schneedaten ermöglichte die Erstellung von klimatologischen wichtigen Kurven der maximalen, mittleren und minimalen Schneehöhen sowie auch der Schneefalldauer und Schneefallintensität.

#### *Formale Lawinenvorhersage*

Zusammen mit der Sektion IV wurde das revidierte statistische Modell «NXDAYS» auf seine praktische Verwendbarkeit im Parsenngebiet überprüft. Der Prozentsatz von Lawinentagen mit ähnlichen Charakteristiken kann praktisch als Index verwendet werden. Die arbeitsintensive Analyse der Einzellawinen hat widersprüchliche Resultate geliefert und ist vorläufig für die praktischen Belange der grossflächigen Lawinenwarnung weniger geeignet.

#### *Regionale Schneemengenverteilung*

Im Rahmen eines nationalen und internationalen Symposiums über Niederschlagsmessung und seine Korrekturmöglichkeiten wurden die Bereiche: «Niederschlagskorrektur im Winter durch Neuschneemessungen», «Niederschlagskorrektur durch Schneedecken- und Abflussmessungen», und «Schneeniederschlag und seine Dichte» bearbeitet, vorgetragen und veröffentlicht.

#### *Lawinengefahrengrade und -warnung*

Die interne Erprobung der provisorischen «Tabelle der Gefahrenstufen» wurde im Winter 1984/85 vorläufig abgeschlossen. Aufgrund der Erfahrungen und beeinflusst durch Aussprachen in der «Internationalen Arbeitsgruppe für Lawinenwarnung» wurde eine revidierte Fassung erstellt, mit Erklärungen und Definitionen versehen und der Praxis zur Verfügung gestellt. Die graphische Darstellung von Schneedaten und Lawinengefahrenstufen wurde einer Bearbeitung unterzogen.

## *Wassertransport in der Schneedecke*

Mit Hilfe einer zweijährigen Datenserie von Meteo- und Abflussmessungen im Versuchsfeld Weissfluhjoch wurde das Abflussverhalten der Schneedecke als Ganzes untersucht. Bestehende Abflussgleichungen und -koeffizienten wurden damit überprüft. In geeigneten Fällen konnte damit die wichtige mittlere Restfeuchte des Schnees berechnet werden.

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

### *Schnee- und Lawinenmechanik*

#### *Rheologie Schneestruktur und Metamorphose*

Aufgrund von neueren Erkenntnissen der Umwandlungsprozesse ist eine neue Schneeklassifikation entworfen worden. Die übrigen Arbeiten mussten zugunsten anderer Projekte vorläufig zurückgestellt werden.

#### *Hangstabilität der natürlichen Schneedecke*

Die Messungen auf der Aussenstation Gaudergrat wurden routinemässig weitergeführt und die endgültigen Auswertungen und Analysen vorbereitet.

#### *Radarmessungen an der Schneedecke*

Im Versuchsfeld EISLF sind weitere Schichtprofil-Radarmessungen durchgeführt worden. Neu ist eine Mikrowellenoptik für einen niederfrequenten Schichtprofilradar (4–9 GHz) entworfen und berechnet worden. Mit diesem Gerät soll auch bei feuchtem Schnee gemessen werden können (bei höheren Frequenzen wird feuchter Schnee «undurchsichtig»). In einem technischen Bericht sind der Schichtprofilradar und ein am EISLF entwickelter batteriebetriebener und tragbarer Fourierspektrometer vorgestellt worden.

### *Lawinenmechanik*

Bei der Auswertung und theoretischen Behandlung früherer Messungen an Fliesslawinen hat sich die Notwendigkeit der Messung von Fliesshöhen und Fliessgeschwindigkeitsprofilen an gewissen Stellen gezeigt. Von diesen Grössen hängt ein weiterer Fortschritt im Verständnis der Vorgänge in einer Lawine wesentlich ab. Am Lukmanier wurden deshalb auf den Winter 1984/85 Messstellen eingebaut (in den Boden eingelassene Radaranlagen). Im Berichtswinter konnten 9 Fliesslawinen während 2 Messperioden vermessen werden, aber leider noch ohne Resultate für Fliesshöhen und Geschwindigkeitsprofile (schneearmer Winter ohne grössere Neuschneefälle). Auf der theoretischen Seite wurde die Methode zur Nachmodellierung von gemessenen Lawinen verbessert; es wurde auch versucht, wirklichkeitsnähtere Lawinenmodelle zu entwerfen. Bei einer praxisgerechten Berechnungsmethode (sie hat wahrscheinlich anders auszusehen als das bisher verwendete «Voellmy»-Modell) ist man jedoch noch nicht angelangt. Für die unentbehrliche Mithilfe des Tiefbauamtes Graubünden und des Bundesamtes für Militärflugplätze sei wiederum gedankt.

Das Projekt Dynamik von Staublawinen (gemeinsam mit der VAW-ETHZ, mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds) konnte im theoretischen Teil mit einer

Dissertation abgeschlossen werden. Im nun begonnenen Fortsetzungsprojekt werden vorwiegend die Modellversuche im Wassertank der VAW durchgeführt. Zusammen mit theoretischen Betrachtungen werden sie die für den Praktiker brauchbaren Resultate liefern.

Bei der Schneegleitbahn wurden die Messmethode verbessert und neue Druckdosen eingebaut. Das neue Messsystem wurde an der EMPA und auf der Gleitbahn geeicht; es ist wesentlich genauer als die vorherige Methode. An Schneerechen mit verschiedenen Füllungsgraden (verschiedene lichte Weiten zwischen den Balken) konnten in zahlreichen Versuchen Impuls- und Energieverluste des bewegten Schnees gemessen werden.

### *Waldlawinen*

Für die Teilprojekte «Schneedeckenstabilität im Wald» und «Wald und Lawinbewegung» wurden Vorprojekte ausgearbeitet und diskutiert.

### *Verbauungswesen und Lawinenzonierung*

#### *Stützverbau*

Die im Sommer 1984 begonnenen Fundationsversuche mit gebohrten Mikropfählen wurden fortgesetzt. Es wurde ein leichter Pfahltyp entwickelt, der Druckkräfte bis zu 300 kN (30 t) aufnimmt und einfach, und unter Schonung der Bodenoberfläche, eingebaut werden kann. Mit diesem Verfahren lassen sich die Fundationskosten im Stützverbau um etwa 20 % senken. Wiederum fand eine intensive Beratung der Praxis bezüglich Planung bis zur Baukontrolle statt.

#### *Lawinenzonenplanung*

Die mit einer Arbeitsgruppe von Praktikern und Mitarbeitern des BFL und des EISLF ausgearbeiteten «Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten» sind 1984 in deutscher, französischer und italienischer Sprache erschienen (Herausgeber: BFL und EISLF).

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

### *Versuchsgebiet Stillberg/ Davos*

Die Aufnahmen und deren laufende Auswertung wurden weitergeführt und 33 Ausaperungsaufnahmen aus den Wintern 1975 bis 1982 bearbeitet. Für jede Ausaperungseinheitsfläche ( $3,5 \times 3,5$  m) wurde der schneefreie Flächenanteil bestimmt. Durch Vergleich der einzelnen Winter und mit Hilfe der Ausaperungsfunktion der 433 Pegelstandorte konnten für jede Einheitsfläche die Ausaperungscharakteristiken ermittelt werden. Mit Hilfe dieser Daten kann der Einfluss des Ausaperungsdatums auf die Forstpflanzen, deren Zuwachs und das Gedeihen quantitativ erfasst werden. In der Testpflanzung 1975 wurde im Sommer 1985 erneut eine Gesamtaufnahme aller Pflanzen durchgeführt (zusammen mit der EAFV). Dabei wurde neben der Schadentaxierung und der Höhenmessung an allen Pflanzen in ausgesuchten Teilflächen auch der Pflanzendurchmesser

bestimmt. In den ersten 10 Jahren nach der Auspflanzung hat sich bezüglich Abgang, Höhenentwicklung und Schadenbild eine deutliche Abhängigkeit nach Standorttypen herausgestellt. Teilweise in Zusammenarbeit mit der EAFV sollen nun diese komplexen Zusammenhänge insbesondere bezüglich des Einflusses von Schneeverhältnissen, Lawinenereignissen und Stützverbauungen ausgewertet werden.

#### *Versuchsgebiet Bleisa-Pusserein/ Prättigau*

Der sehr schneearme Winter 1984/85 (mittlere maximale Schneehöhen im Aufforstungsgebiet kleiner als 50 cm) hatte eine nur geringe mechanische Beanspruchung der 1982/83 ausgeführten Fichten-Aufforstung zur Folge (mittlere totale Gleitwege 5 bis 70 cm, das heisst etwa ein Drittel der entsprechenden Werte der Vorjahre). Da auch der Sommer 1985 keine extremen Witterungsverhältnisse verzeichnete, blieben die Abgänge in sehr bescheidenem Rahmen (Mittel unter 1%). Der Höhenzuwachs 1984 der im Herbst 1982 ausgeführten Aufforstung wurde bei allen rund 3400 Pflanzen gemessen. Der bei Aufforstungen in den ersten Jahren nach der Pflanzung häufig beobachtete Pflanzenschock – verbunden mit einer Reduktion des Höhenzuwachses – trat 1984 in den verschiedenen Versuchsvarianten deutlich unterschiedlich zu Tage (Höhenzuwachs 1984 bei der Winkelpflanzung ohne Schutzmassnahmen nur  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  des Höhenzuwachses der Varianten mit Lochpflanzung). Auf ökologisch eher ungünstigen Standorten hilft die Topfpflanzung mit, die schwierigen ersten Jahre einer Pflanzung rascher zu durchmessen. Der temporäre Stützverbau und die verschiedenen Gleitschutzanlagen (Pfähle, Bermen, Schwellen) haben sich wie in den Vorjahren gut bewährt und den Aufforstungserfolg wesentlich gefördert.

#### *Technische Arbeiten*

Sowohl im Lawinenanbruchgebiet Stillberg wie im Gleitschneegebiet Bleisa ob Pusserein hat sich der temporäre Stützverbau bestens bewährt. Wegen des schneearmen Winters und der daraus sich ergebenden geringen Belastungen wurde auf eine generelle Nachmessung der einzelnen Konstruktionen verzichtet. Durch die geringen mechanischen Beanspruchungen blieb auch der Aufwand für Pflege und Unterhalt der Gleitschutzanlagen minim.

#### *Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem Hochstauden-Fichtenwald (*Piceo-Adenostylidetum*) (Versuchsfläche Lusiwald, Davos-Laret)*

Das Projekt «Lusiwald» ist ein gemeinsames Forschungsprojekt zusammen mit PD Dr. E. Ott vom Institut für Wald- und Holzforschung, ETHZ. Das vom Schweizerischen Nationalfonds finanziell unterstützte Forschungsprojekt konnte im verflossenen Berichtsjahr abgeschlossen werden. Die ausgeführten Arbeiten konzentrierten sich auf die Endauswertung und die Vorbereitung der Publikation, die voraussichtlich Mitte 1986 erscheinen wird.

Die Untersuchungen weisen einerseits sehr detailliert und umfassend darauf hin, wie durch den Aushieb von Verjüngungsöffnungen die mikroklimatischen Verhältnisse wie Strahlungsverhältnisse, Temperatur, Schneeverteilung und Ausaperungsverlauf ändern können. Andererseits belegen die Ergebnisse eindrücklich, wie vielfältig und komplex die verschiedenen Standortsfaktoren das Wachstum und das Überleben der jungen Fichten an diesem Standort beeinflussen. Das im vorliegenden Projekt getestete Verjüngungsverfahren (Aushieb von langen, schneisenartigen Verjüngungsöffnungen, schräg zur

Hangfallinie) zeigt für diese Waldgesellschaft nach den ersten vier Jahren bereits erfolgversprechende Ansätze. Eine endgültige Beurteilung ist aber nach dieser kurzen Versuchszeit nicht möglich. Es ist deshalb vorgesehen, das Aufkommen der jungen Fichten auf der Versuchsfläche Lusiwald in den nächsten Jahren weiter zu verfolgen. Aus den bis jetzt gewonnenen Erkenntnissen lassen sich aber bereits wertvolle waldbauliche Folgerungen zuhanden der Forstpraxis ableiten. In bezug auf die Lawinengefährdung hat sich gezeigt, dass bei der gewählten Öffnungsgrösse (Distanz in der Hangfallinie = 30 m) und bei einer Hangneigung von  $35^\circ$  das Risiko eines Lawinenanbruches noch verhältnismässig klein ist. Bei einer Hangneigung ab  $40^\circ$  müsste diese Öffnungsgrösse jedoch bereits als kritisch gewertet werden.

#### *Vorstudie zum Projekt Waldlawinen*

Im Winter 1984/85 wurde die Beobachtung von möglichen Waldlawinen über die Landschaft Davos hinaus ausgedehnt. In Zusammenarbeit mit den örtlichen Kreisförstern wurden einige kritische Gebiete in den Räumen Unterengadin, Flüelapass, Prättigau, Sarganserland und Weisstannental beobachtet. Die Auswahl der Beobachtungsflächen erfolgte gemeinsam mit den Kreisförstern und nach einer Besichtigung der Gebiete vom Helikopter aus. Die besonderen Schneeverhältnisse des vergangenen Winters brachten jedoch nur ein Waldlawinereignis mit sich.

#### *Waldlawinen in der Landschaft Davos*

Während der 5 Winter 1979/80 bis 1983/84 wurden nach grossen Neuschneefällen oder bei starken Wärmeeinbrüchen die Wälder der Landschaft Davos nach Lawinen abgesucht. Mit dieser, nun abgeschlossenen Vorstudie galt es abzuklären, unter welchen Bedingungen, in welchen Waldbeständen und in welchem Ausmass Lawinen innerhalb des Waldes anbrechen. Es bestätigte sich, dass der gesunde Wald ein guter Lawinenschutz bildet. In geschlossenen Fichtenwäldern konnte während dieser fünf Winter auch bei Extremereignissen (Grossschneefälle mit lockerem Neuschnee, starke Wärmeeinbrüche) nie ein Lawinenanbruch festgestellt werden. Die Schutzwirkung des Waldes geht allerdings mit zunehmender Auflockerung sehr rasch verloren. Dies zeigte sich besonders in stark verlichteten Lärchenwäldern an Steilhängen über  $40^\circ$  Neigung, in denen sich regelmässig jeden Winter Lawinen ereigneten. Diese Studie brachte wichtige Grundkenntnisse für das Projekt «Waldlawinen», das sich über den ganzen schweizerischen Alpenraum erstrecken wird.

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

#### *Akustische Impedanz des Schnees*

Die theoretischen und experimentellen Arbeiten zur Bestimmung der komplexen Impedanz des Materials Schnee und der daraus resultierenden strukturellen Modellparameter wurden fortgesetzt. Im Gegensatz zu Arbeiten anderer Wissenschaftler konnte keine Anregung des Eisgerüstes durch die Schwingungen der eingeschlossenen Luft beobachtet werden. Diese Tatsache, neben der Beschreibung der Methodik, wurde publiziert. Die computergesteuerte Messeinrichtung wurde so abgeändert und ergänzt, dass auch Proben geringer Festigkeit gemessen werden können. In dieser neuen Anordnung lässt sich zudem die akustische Energie ins Eisgerüst einkoppeln.

### *Schneewachstum*

Bei der Bildung von Schnee in der freien Atmosphäre wie auch bei der Umwandlung des Schneegesiges unter trockenen Bedingungen sind sehr komplexe Transportprozesse beteiligt. Mit einfachen bildanalytischen Operationen können unter Verwendung lokaler Symmetrien Formen erhalten werden, die Wachstumsformen verschiedener Neuschneekristalle (hexagonale Plättchen, dendritische Formen) entsprechen. Auch zweidimensionale Abbildungen von Teilchen, die bei der Umwandlung der Schneedecke entstehen, können erzeugt werden. Diese Ergebnisse konnten an einer internationalen Konferenz vorgetragen werden.

### *Formalisierte Lawinenvorhersage*

Der letzte Stand der Modellentwicklung wurde durch Einfügen der Vorgeschichte des Prognosetages und seiner nächstliegenden Nachbarn erreicht. In Zusammenarbeit mit den Prognostikern der Sektion I konnte das modifizierte Modell «NXDAYS» im Winter 1984/85 täglich überprüft und gewertet werden. Wegen der präzisen Angaben, die aus der Lawinendatei abgerufen werden und am Prognosetermin zur Verfügung stehen (im Gegensatz zu den Diskriminationsmodellen), würde sich ein solches Modell regional für den operationellen Einsatz bei Sicherungsdiensten (Piste, Strasse) und lokalen Lawinenwarndiensten eignen.

### *Strukturuntersuchungen*

Sie wurden für die laufenden Projekte und routinemässig zugunsten von Wissenschaftern anderer Institutionen gemacht. Diese behandeln Fragen von strukturbedingten physikalisch-chemischen Eigenschaften des Schnees. Zur Erleichterung dieser Arbeiten wurden zwei der drei Analyseverfahren, die mit einem automatisch positionierenden Mikroskop arbeiten, an ein neues Datenakquisitionssystem angepasst.

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

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

Zwischen dem 23. November 1984 und dem 10. Mai 1985 wurden 76 Lawinenbulletins herausgegeben (die grösste Zahl seit dem Winter 1945/46). Zusätzlich wurden 24 Kurzbulletins für die Tagesschau des Fernsehens verfasst. Die Übersetzung des Bulletins ins Französische und Italienische wurde in verdankenswerter Weise durch Mitarbeiter der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt durchgeführt.

Im verflossenen Berichtsjahr wurden in der Schweiz 55 Lawinentote gezählt: 26 auf Touren mit Ski, 14 beim Variantenfahren, 11 in Fahrzeugen auf der Strasse, 2 bei Pistenarbeiten und 2 in einer Bergbahn. Bezuglich touristische Opfer war der Winter 1984/85 der schlimmste seit 1936. Dem frühen Einschneien (auf dem Weissfluhjoch am 6.9.1984, das früheste seit 50 Jahren) folgte eine lange trockene und teilweise kalte Periode, so dass der Schneedeckenaufbau während des ganzen Winters sehr schlecht blieb. Diese ungünstigen Verhältnisse hatten viele zusätzliche telefonische und schriftliche Beratungen zur Folge.

### *3.2 Technischer Dienst Mechanik (Leitung Dr. O. Buser) Technischer Dienst Elektronik (Leitung Dr. H. U. Gubler) Technischer Dienst Informatik (Leitung Dr. H. U. Gubler)*

Die beiden ersten Dienste gewährten die technische und logistische Unterstützung für die meisten Forschungsprojekte sowie unter anderem für Messungen an Stützwerken und an der Rohrbachbrücke (Gotthardlinie).

Der technische Dienst Informatik wurde neu geschaffen. Ein neues EDV-Konzept für das Institut auf Basis von Arbeitsplatzcomputern wurde erarbeitet und die ersten Anlagen wurden eingerichtet. Der Grossrechner auf dem Weissfluhjoch wurde durch einen hochintegrierten, leistungsfähigeren Nachfolger ersetzt.

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

Neben der üblichen Versorgung auswärtiger Interessenten mit Schriften, Photos und Diapositiven ist eine EDV-gerechte Bestandesaufnahme sämtlicher Institutsgutachten (total 2162, 1983 bis 1985) zu erwähnen. Der Lawinenwinter 1983/84 hatte eine überdurchschnittliche Belastung für die Erstellung des Winterberichtes zur Folge, dessen Herausgabe verzögert wurde.

### *3.4 Administration*

Die Tätigkeit blieb im üblichen Rahmen.

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

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

Periode 1.10.1984 bis 30.9.1985

Sektion	I	II	Total
– Schnee- und Lawinenverhältnisse	8		8
– Unfälle, Schäden	5		5
– Gefahrenkarten	1	3	4
– Strassen, Bahnen (S)	1	12	13
– Touristische Anlagen (S)	14		14
– Technische Anlagen	—	—	—
– Lawinen- und Triebsschneeverbau		6	6
– Einzelobjekte		13	13
Anzahl Gutachten	29	34	63

(S = Lawinensicherheit, Lawinenschutz)

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

Die Mitarbeit des Instituts zugunsten anderer Stellen blieb etwa im üblichen Rahmen (Schweizerische Meteorologische Anstalt, Kommission für Überwachung der Radioaktivität, Gletscherkommission und Hydrologische Kommission der SNG, Gebäudeversicherungsanstalt GR sowie Projekt Sanasilva).

#### 4.2 Kurse, Vorträge, Tagungen

Das Institut organisierte einen Kurs für Lawinengefahrenkartierung in Hospental (23. bis 26. Oktober 1984; 38 Teilnehmer). Der jährliche Einführungskurs für Beobachter (22. bis 25. November 1984; 27 Beobachter und 19 Gäste) und ein Wiederholungskurs (3. bis 5. Mai 1985; 16 Teilnehmer) wurden in Davos bzw. Ulrichen durchgeführt. Für die internationale Arbeitsgruppe für Lawinenwarnung wurde eine Arbeitstagung in Davos (17. bis 19. April 1985) und für die Arbeitsgruppen «Schnee und Lawinen» und «Gebirgswaldbau» der International Union of Forestry Research Organisations (IUFRO) eine Studienreise (17. bis 22. September 1985; Davos, Südtirol und Tirol) veranstaltet.

Als Referenten oder Klassenlehrer nahmen verschiedene Mitarbeiter an Kursen und Tagungen teil: Kurs für Meteoprognozistiker, Zürich (4. Oktober 1984); SAC und Lehrerverein, Kreuzlingen (6. November 1984); Schiesskurs des Schweizerischen Verbandes der Seilbahnunternehmer, Walenstadt (21. bis 22. November 1985); Zentralkurs für Lawinenhundewesen, SAC, Zürich (24. bis 25. November 1985); SAC-Graubünden, Davos (1. bis 2. Dezember 1984); Jahresrapport des Amtes für Bundesbauten, Bern (25. Januar 1985); Workshop on Correction of Precipitation, Zürich (12. Mai 1985); Institut für Biomechanik, Bern (29. Mai 1985); Labor für experimentelle Chirurgie, Davos (6. Juni 1985).

Das Institut delegierte Mitarbeiter an 18 ausländische oder internationale Kongresse: 7. Oktober 1984, Internationale Kommission für Alpines Rettungswesen, Malbun, FL (W. Good); 17. bis 19. Oktober 1984, Exkursion Voest-Alpine, Vorarlberg (H. Frutiger); 23. bis 28. Oktober 1984 International Snow Science Workshop, Aspen, USA (W. Good, H. Gubler); 25. bis 27. Oktober 1984, 3a Conferenza Internazionale sulle Sicurezza in Montagna, St. Vincent, I (P. Föhn); 12. bis 15. November 1984, Computer Graphics, Milano (W. Good); 29. November bis 12. Dezember 1984, Workshop on Snow and Ice Hydrology in South America, Santiago de Chile (B. Salm); 13. bis 15. Dezember 1984, Meeting International Commission for Snow and Ice (ICSI) Paris (B. Salm); 25. bis 26. April 1985, Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, zusammen mit IUFRO, Innsbruck und Salzburg (J. Rychetnik); 12. bis 14. Mai 1985, Arbeitsgemeinschaft für Österreichische Lawinenwarndienste, Windischgarsten (E. Beck); 10. bis 12. Juni 1985, Montagnards des cinq continents, protection contre les risques naturels, Gap, F (C. Jaccard); 18. bis 22. Juni 1985, Pattern Recognition in Practice, Amsterdam (W. Good); 3. bis 5. September 1985, Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie, Graz (M. Meyer-Grass), 17. bis 20. September 1985, Internationale Arbeitsgruppe für Lawinenwarnung, Innsbruck (P. Föhn, R. Meister); 17. bis 22. September 1985, Tagung und Studienreise der Arbeitsgruppe «Schnee und Lawinen» und «Gebirgswaldbau» der IUFRO Davos, Südtirol und Tirol (H. Frutiger, W. Frey, C. Jaccard, M. Meyer-Grass, J. Rychetnik);

19. bis 21. September 1985, Internationaler Kongress der Maschinenversicherer, Salzburg (M. Heimgartner); 20. bis 22. September 1985, Mountain Rescue Conference, Durham, GB (O. Buser) 26. bis 27. September 1985, Commission internationale pour la protection des Alpes, Bad Schliersee, Bayern (W. Frey), 26. September bis 4. Oktober 1985, ICSI Meeting und Konferenz der International Association for Hydrological Sciences (IAHS) Alma-Ata, UdSSR (B. Salm).

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

Die Vorlesungen über «Schneekunde, Lawinenverbau» und «Schnee- und Lawinenmechanik» an der ETHZ wurden von Dr. B. Salm wie bisher gehalten (für die Abteilungen VI, VIII und X bzw. II und VIII). Am Aufforstungskurs der Interkantonalen Försterschule Maienfeld hat W. Frey mitgewirkt.

9 Mitarbeiter waren Mitglieder von Kommissionen, Arbeitsgruppen und Vorständen von schweizerischen und internationalen Organisationen (unter anderem: Hydrologische Kommission und Gletscherkommission der SNG; Forschungsrat, Nationalfonds; verschiedene Kommissionen, SIA, Gesamtverteidigung, koordinierter Lawinendienst; International Commission on Snow and Ice, International Association for Hydrological Sciences; Gruppe «Schnee und Lawinen», International Union of Forestry Research Organisations; International Glaciological Society; Schweizerisches Landeskomitee der International Union of Geodesy and Geophysics).

#### *4.4 Publikationen und Berichte*

Fortsetzung von «Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen», 136 (1985) 4: 299–303; nachgeführt bis Ende September 1985.

##### *Publikationen*

«Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 1983/84 (Nr. 48), Winterbericht des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Ausgabe 1985. Verlag: Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern. Inhaltsübersicht: Einleitung, S. 3 (C. Jaccard). A. Wetter und Klima, S. 5–28 (E. Beck und R. Meister). B. Schnee und Lawinen in der Region Davos, S. 29–42 (P. Föhn und E. Beck). C. Schnee und Lawinenverhältnisse im schweizerischen Alpengebiet, S. 44–101 (S. Gliott und R. Meister). D. Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden im Gebiet der Schweizer Alpen, S. 102–177 (H.-J. Etter). E. Lawinenunfälle ausserhalb der Schweizer Alpen, S. 178–185 (S. Gliott). Besonderer Beitrag: F. Die Lawinenkatastrophe vom Februar 1984, Ursache und Wirkung, S. 186–193 (P. Föhn). Übrige Arbeiten des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, S. 195 (C. Jaccard).

##### *Mitteilungsreihe des EISLF*

Keine neuen Veröffentlichungen.

## *Einzelarbeiten*

- EISLF/Davos* Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. 21 S. Anhang: Verzeichnis der Gemeinden mit lawinengefährdeten Gebieten. Deutsche, französische und italienische Ausgabe (1984).
- Buser, O.* Avalanche forecast: Experience using nearest neighbours. Proc. Int. Snow Sci. Workshop (A merging of theory and practice), 24–27 October 1984, Aspen/Colorado, S. 109–115.
- Buser, O.* Different methods for the assessment of avalanche danger. Cold Regions Sci. and Technol. 10 (1985) 3, S. 199–218.
- Föhn, P.* Siehe Buser, O.
- Föhn, P.* Besonderheiten des Schneeniederschlages. Beitr. Geol. Schweiz. Hydrol. (1985) 31, S. 87–96.
- Frey, W.* Schäden durch Schneelast in Fichtenaufforstungen: Folgerungen, Behandlungsvorschläge. Schweiz. Z. Forstwes. 136 (1985) 4, S. 311–319.
- Good, W.* Siehe Buser, O.
- Good, W.* Détecteur de victimes d'avalanches pour le sauvetage immédiat: Pourquoi y a-t-il différentes fréquences, pourquoi a-t-on besoin d'une «fréquence-avalanche» unifiée? Rev. ANENA «Neige et Avalanches» (1984) 35, S. 35–38.
- Gubler, H.* Siehe Buser, O.
- Gubler, H.* Remote instrumentation for avalanche warning systems and snow cover monitoring. Proc. Int. Snow. Sci. Workshop (A merging of theory and practice), 24–27 October 1984, Aspen/Colorado, S. 137–142.
- Gubler, H.* Model for dry snow metamorphism by interparticle vapor flux. J. Geophys. Res. 90 (1985) D5, S. 8081–8092.
- Gubler, H.* Swiss improvement of the FMCW radar for snow measurements. 52nd Ann. Western Snow Conf., April 1984, Ketchum/Idaho, S. 24–32.
- Hiller, M.* Siehe Gubler, H.
- Imbeck, H.* Schneeverteilung und Schneedeckenentwicklung in einem subalpinen Fichtenwald in steiler Nordhanglage. Deutscher Verband Wasserwirtschaft und Kulturbau, Vorträge und Poster der wiss. Tagung «Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa», 12.–15. März 1984, Hann. Münden, Mitt. (1984) 7, S. 285–315.
- Imbeck, H.* Siehe Meyer-Grass, M.
- Jaccard, C.* Das Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung auf Weissfluhjoch ob Davos. (1. Aufl. 1980 von M. de Quervain. 2. angepasste Aufl. 1985 von C. Jaccard), Offsetdruck Buchdruckerei Davos (1985), 54 S.
- Leuenberger, F.* Einsatz des temporären Stützverbau (Typ EISLF). Schweiz. Z. Forstwes. 136 (1985) 5, S. 427–428.
- Martinec, J.* Snowmelt runoff models for water supply forecasting. Proc. Conf. «Water for Resource Development», 14–17 August 1984, North Shore Resort Hotel, Cœur d'Alene/Idaho, S. 659–663.
- Martinec, J.* Modeling the snow accumulation and snowmelt runoff. Deutscher Verband Wasserwirtschaft und Kulturbau, Vorträge und Poster der wiss. Tagung «Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa», 12.–15. März 1984, Hann. Münden, Mitt. (1984) 7, S. 59–76.

- Martinec, J.* Time in hydrology. Facets of Hydrology, ed.: J. C. Rodda, John Wiley and Sons, London, Vol. II Chapt. 9, S. 249–290.
- Martinec, J.* Korrektur der Niederschlagsdaten durch Schneemessungen. Beitr. Geol. Schweiz-Hydrol. (1985) 31, S. 77–86.
- Martinec, J.* Umweltisotope im Niederschlag. Beitr. Geol. Schweiz-Hydrol. (1985) 31, S. 263–271.
- Meyer-Grass, M.* Waldsterben und Lawinengefahr. Neue Zürcher Z. 15.5.1985, Nr. 111, 4 S.
- Imbeck, H.*
- Meyer-Grass, M.* Walddänen: Gefährdete Bestände, Massnahmen. Merkblatt (1985) 1, Offsetdruck EDMZ/Bern, 6 S., deutsche, französische und italienische Ausgabe.
- Meyer-Grass, M.* Siehe Leuenberger, F.
- Rychetnik, J.* Methoden der Erfassung und Auswertung der Ausaperung und Lawinenaktivität an einem Lawinenhang. Deutscher Verband Wasserwirtschaft und Kulturbau, Vorträge und Poster der wiss. Tagung «Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa», 12.–15. März 1984, Hann. Münden, Mitt. (1984) 7, S. 153–165.
- Rychetnik, J.* Avalanche frequency on a slope with and without defense structures. Proc. Int. Snow Sci. Workshop (A merging of theory and practice), 24–27 October 1984, Aspen/Colorado, S. 24–29.
- Salm, B.* Siehe Buser, O.

#### *Interne Berichte*

- 624 *Rychetnik, J.* Methoden der Schneehöhenmessung auf der Versuchsfläche Stillberg. Okt. 1984, 40 S.
- 625 *Frey, W.* Einige Aspekte der Schneebruchschäden in den Wäldern der Landschaft Davos und des Kreises Belfort vom 21./22.9.1979. Okt. 1984, 18 S.
- 626 *Imbeck, H.* Lawinenbildung im Wald und deren Wirkung in der Region Davos. Schlussbericht des Forschungsprojektes 307.80. Dez. 1984, 21 S.
- 627 *Gubler, H.* Technical note FMCW-radar for snow cover investigations. Feb. 1985, 32 S.
- Hiller, M.*
- Schmidt, R. A.*
- 628 *Rychetnik, J.* Winterbericht 1982/83 Sekt. III/EISLF. (Aus Winterbeobachtungen, Feldaufnahmen und Messungen durch Sektion III). Feb. 1985, 56 S.
- Kindschi, J.*
- 629 *Bütler, M.* Erweiterung des Modells «NX-Days» durch Berücksichtigung der Vortage. April 1985, 92 S.
- 630 *Beer, B.* Der Rammkeil. Ein Messverfahren zur Berechnung der Schneedeckenstabilität? Mai 1985, 26 S.
- 631 *Martinec, J.* Periodizität der Schneehöhen im Schweizer Alpengebiet. Juni 1985, 19 S.

## Rissbildungen im Markbereich

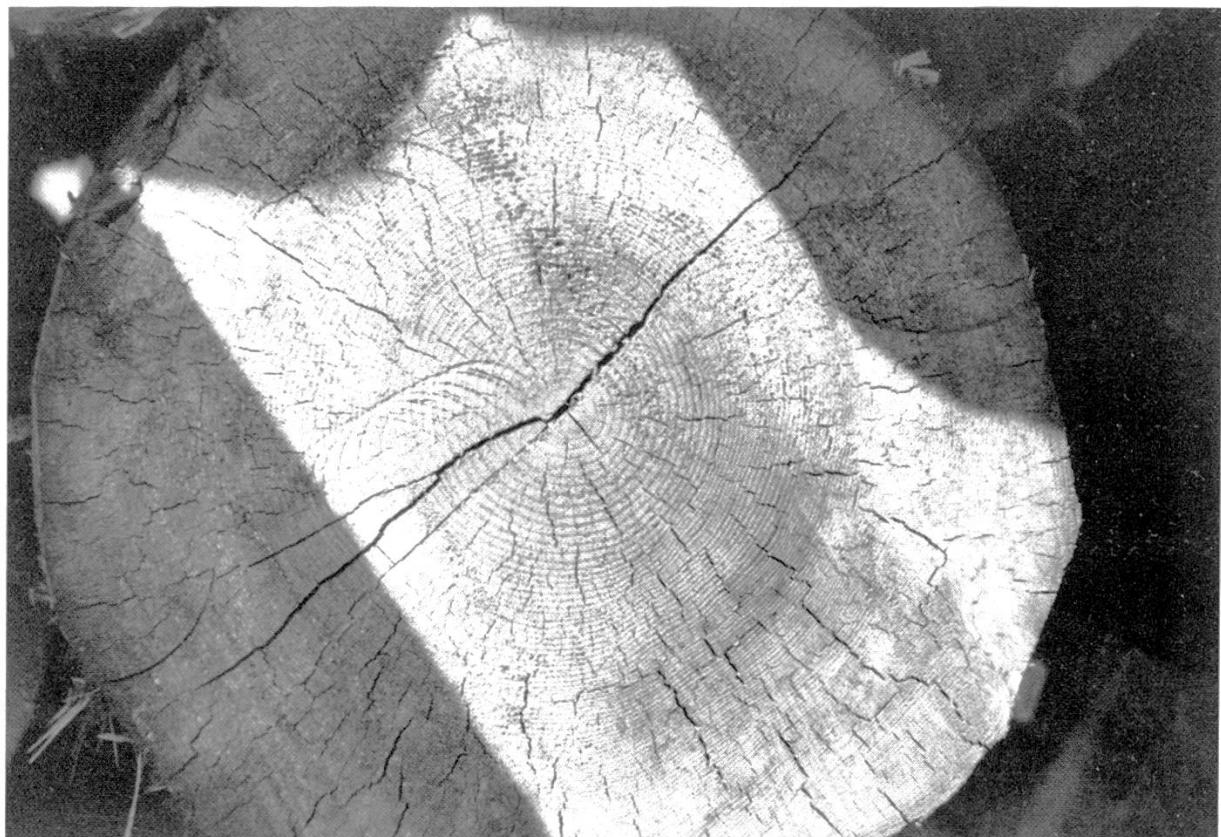
Von *Günter R. Schnell*  
(Abt.-Holz der EMPA-Dübendorf, CH-8600 Dübendorf)

Oxf.: 852.15/16:852.18

### Einleitung

Reissen Laubholzbäume während des Fällens auf, sind sehr häufig starke Wachstumsspannungen die Ursache (*Lenz und Strässler 1959; Mayer-Wegelin und Mammen 1954; Jacobs 1965*). Solche innere Spannungen sind es meist auch, die an frisch gefälltem Nadelholz grosse, über den Querschnitt laufende Risse hervorrufen (*Abbildung 1*); schliesslich ist auch das Drehwuchsphänomen, das in praktisch jedem Baum ansatzweise vorhanden ist, eine Folge von Wachstumsspannungen (*Krempl 1979; Kübler 1959a*).

Seit sich Anzeichen für eine weitverbreitete Vitalitätseinbusse der Waldbäume in den letzten Jahren gehäuft haben, wird gelegentlich vermutet, dass Rissbildungen im Mark-



*Abbildung 1.* Radialer Riss bei Weisstanne in Folge von Wachstumsspannungen; beim Fällen entstanden.

bereich auf Baumschäden zurückzuführen sind. Aufgrund der Kenntnisse aus der Literatur und der Beobachtungen an praktischen Beispielen wird versucht, die auftretenden Kräftewirkungen am stehenden Baumstamm darzulegen und damit der Meinung entgegenzuwirken, Baumschäden verursachten Qualitätsminderung des Holzes durch Rissbildung.

## Ursachen der Wachstumsspannungen

Mit dem Stamm schiebt der einzelne Baum seine Krone dem Licht entgegen. Dabei beansprucht ihn das Gewicht der Krone wesentlich weniger als der biegende seitliche Druck des Windes. Die konkave Biegeflanke an der Windschattenseite – wo das Holz in Druckspannung gerät – ist besonders gefährdet, denn die Druckfestigkeit des Holzes ist nur etwa halb so gross wie die auf der am Wind zugekehrten Seite massgebende Zugfestigkeit. Nach Mayer-Wegelin und *Trendelenburg* (1955) kommt ein Zerreissen der Fasern auf der Zugseite nie vor, während Faserstauchungen der Druckseite nicht selten sind. Die Gefahr der Faserstauchung vermindert der Baum durch eine Zugvorspannung des äusseren Holzmantels, wodurch die Druckspannungsspitze vorsorglich ausgeglichen wird (siehe dazu auch *Abbildung 2c*, Kübler 1959a). In Konstruktionen des Hoch- und Tiefbaues kommt dieser Grundsatz der Vorspannung biegebeanspruchter Bauteile heute mit Erfolg zur Anwendung. Neben dieser im äusseren Splintbereich in Faserrichtung wirkenden Zugspannung tritt gleichzeitig eine tangentiale Querdruckspannung auf. Diese am Stammumfang ansetzende Druckspannung wirkt den Frost- und Trockenrissen entgegen, die den Baum durch Austrocknung gefährden.

In Abhängigkeit vom Alter und dem radialen Zuwachs nehmen diese beiden Spannungsformen – achsiale Zug- und tangentiale Druckspannung – jeweils bedingt durch die Bildung eines neuen Jahrringes, stetig zu (*Abbildung 2a*; Krempel 1970, Kübler 1959a, Volkert 1940). Während die in den äusseren Jahrringen achsialen Zugspannungen gegen das Zentrum hin achsiale Druckspannungen bewirken, führen die tangentialen Querdruckspannungen in den äusseren Jahrringen zu radialen Querzugspannungen im Stamminnern (*Abbildung 3*; siehe auch Krempel 1970, Kübler 1959a).

## Hirnrisse, Ringschäle, Schilfern oder Fischohrigkeit

Stellen wir uns vor einen Baum und betrachten seinen Schaft, so können wir die in ihm vorhandenen inneren Spannungszustände nicht ohne weiteres erkennen. Nach Kübler (1959a) soll theoretisch auf etwa halbem Radius der Wechsel zwischen dem druckbeanspruchten Holz im Stamminnern und dem auf Zug beanspruchten im peripheren Bereich erfolgen (*Abbildung 2a*). Jeder neu zuwachsende Jahrring bewirkt ein Ansteigen der Zugspannungen, was wiederum die Druckspannungen im Stamminnern erhöht. Unserer Erfahrung nach wird ein Werkstoff länger, wenn wir ihn ziehen und kürzer, wenn wir auf ihn Druck ausüben. Entfernen wir die Kraftwirkungen, reagiert ein elastischer zuggespannter Werkstoff mit einer Verkürzung, der druckgespannte mit Ausdehnung. Setzen wir zwei Werkstoffe unterschiedlichen Kraftwirkungen aus, fügen sie zusammen und entfernen danach die Kräfte, halten sich diese beiden Spannungszustände gegenseitig im

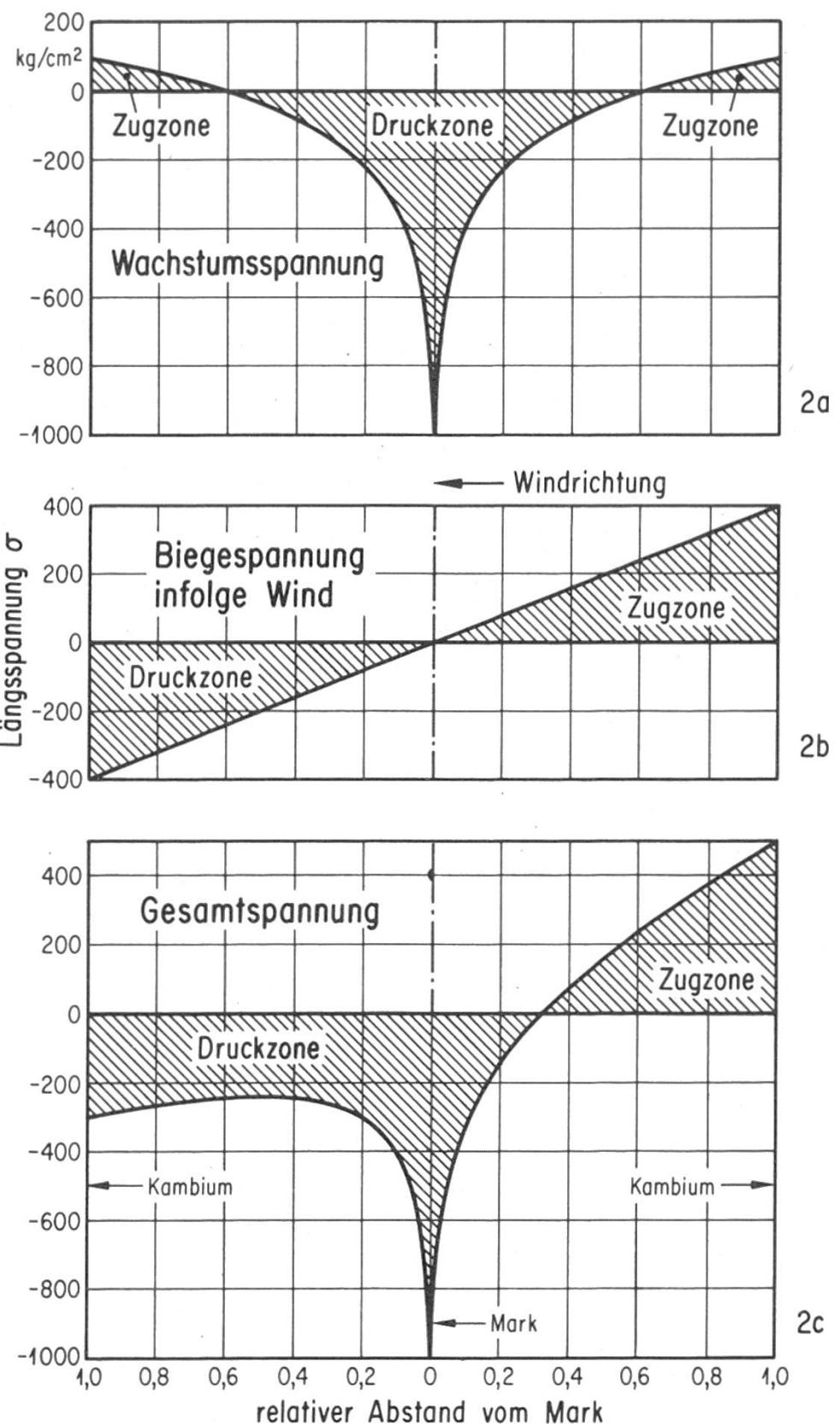


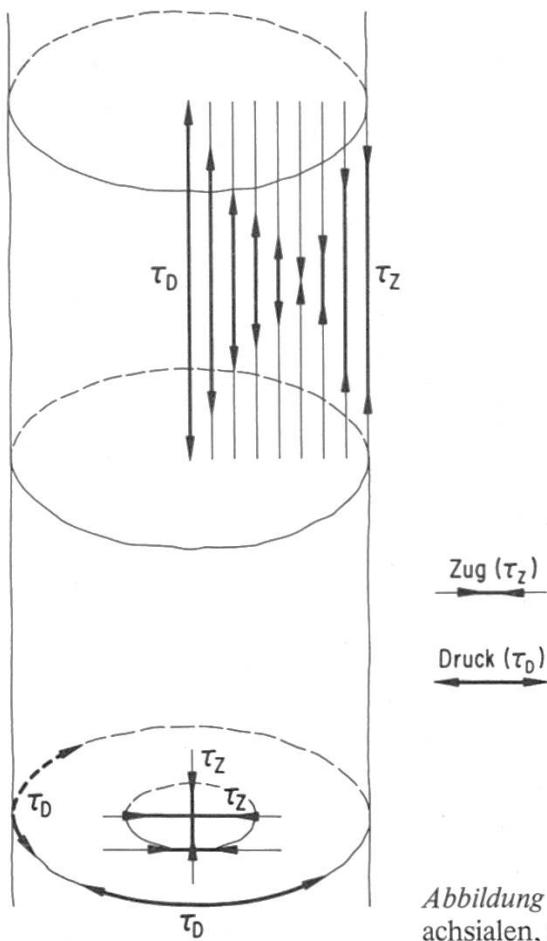
Abbildung 2. (nach Kübler 1959a)

- theoretische Verteilung der Wachstumsspannungen am stehenden Baum,
- theoretische Verteilung der Biegespannungen in Folge von Windwirkungen,
- theoretisch möglich auftretende Druckspannungen auf der dem Wind abgekehrten Seite – Addition der beiden Kurven a und b.

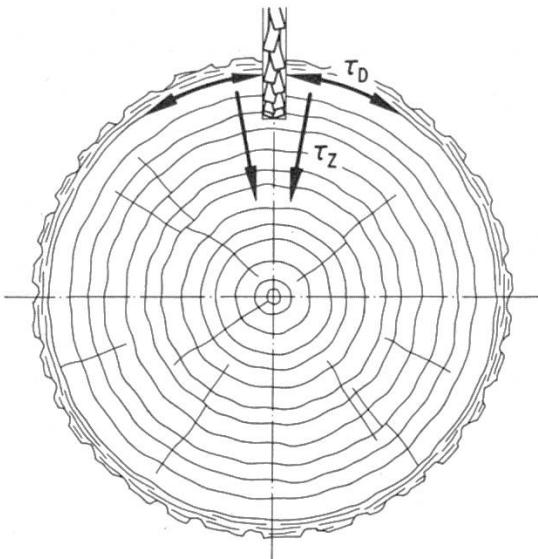
Gleichgewicht. Trennen wir die beiden Teile wieder voneinander, entspannen sich beide entgegengesetzt der vorher einwirkenden Kräfte.

Mit dem Fällschnitt – und nachher wiederum mit dem Ablängschnitt – heben wir die im äusseren Splint vorhandenen achsialen Zugspannungen und so die im Kernbereich entgegengesetzt wirkenden Druckspannungen auf. Dabei tritt beim tangentialen Einschneiden am Stammumfang eine Verkürzung und innen eine Ausdehnung in Faserrichtung auf, das heisst die Hirnenden wölben sich konvex (Kübler 1959a). Dies führt – je nach Grösse der entspannten Kräfte – zu radialen (seltener auch tangentialen) Rissen im Zentrum der Hirnenden (*Abbildung 1*; siehe auch Kübler 1959b, Mayer-Wegelin und Mammen 1954). Besonders deutlich macht sich diese Störung des Kräftegleichgewichtes beim Fällen, Ablängen oder gar blossen Manipulieren von Laubholzstämmen bemerkbar, indem das Rundholz in Längsrichtung aufreisst und so oft stark an Wert verliert.

Schneiden wir eine Stammscheibe radial ein (*Abbildung 4*), klemmt die Säge. Die Fuge verengt sich vom Kambium bis zur Scheibenmitte, und zwar mehr, als die periphere tangentiale Entspannung ausmacht. Die tangentiale Dehnung am Kambium und die radiale Schwindung entlang des ganzen Scheibenradius sind unabhängig voneinander und bewirken so diese Fugenverengung (Kübler 1959a). Die mit dem Stammdurchmesser zunehmenden tangentialen Querdruckspannungen bewirken in den innersten Stammteilen gleichlaufend ansteigende tangentiale und radiale Querzugspannungen. So entstehen im marknahen Bereich radiale und tangentiale Risse im Holzkörper, die an der Rissstelle selber – nicht aber über den ganzen Querschnitt – zur Entspannung führen (Kübler 1959a). Im Zentrum – der Stelle grösster Spannungen – sind die radialen Kern- und



*Abbildung 3.* Darstellung der im stehenden Baum auftretenden achsialen, tangentialem und radialem Wachstumsspannungen.



*Abbildung 4.* Die tangentialen Druckkräfte bewirken die radialen Zugkräfte und führen beide beim Einschneiden zum «Klemmen» des Sägeblattes (nach Kübler 1959a).

Herzrisse am grössten (*Abbildung 1*; Mayer-Wegelin und Mammen 1964, Volkert 1940). Die tangentialen Risse kommen gewöhnlich im zentralen Stammteil vor, meistens an Stellen mit abrupt wechselnder Jahrringbreite (Kübler 1959a, Mayer-Wegelin und Tredelenburg 1955). Diese dabei zu beobachtenden Erscheinungsformen bezeichnen wir gewöhnlich mit Ringriss, Ringschäle oder «loses Herz».

Die tangentiale Querzugsspannung im zentralen Stammteil ist entlang der Durchmessserlinie grösser als an den Flanken und so muss der Stammkern – noch verstärkt durch die Scherkräfte des sich biegenden Baumes – vorwiegend an dieser Stelle reissen (Kübler 1959a). Dabei folgt der Radialriss dem Faserverlauf stammaufwärts, was den Zusammenhang von achsialen und tangentialen Spannungen verdeutlicht. Während aber die Faser in Spiralform – jeder Baum weist einen mehr oder weniger ausgeprägten Drehwuchs auf – von unten nach oben immer weiter dreht, folgt der Riss dieser Faserspirale nur auf einer begrenzten Strecke. Die Risse stellen also nicht eine spiralförmige Struktur dar, die sich wie die Faser von unten nach oben hinaufdreht. Sie läuft aus, springt in die alte Ebene zurück und setzt hier neu an (Volkert 1940).

Diese Erscheinungen, die in der Folge der radialen Querspannungen auftreten, sind die Ursache der in der Wald- und Holzwirtschaft seit langem wohlbekannten Schilferrisse oder Fischohrigkeit. Die *Abbildungen 5 und 6* verdeutlichen den Schaden, der dabei an der Schnittware entstehen kann.

### Drehwuchs

Nach Krempel (1970) wird angenommen, dass zwischen den Wachstumsspannungen und dem Drehwuchs ein Zusammenhang besteht. Vergleichen wir die Verteilung der vertikalen Druck- und Zugspannungen mit der Verteilung der nach links und rechts verlaufenden Fasern im Stamm, so können wir beobachten:

- Druckspannungen im Stamminnern bewirken, dass linksgerichtete Holzfasern vorherrschen.
- Zugspannungen im äusseren Stammbereich bewirken, dass rechtsgerichtete Holzfasern vorherrschen (Krempel 1970).



*Abbildung 5.* Die Entspannung der Wachstums- spannungen durch Fällen des Baumes und Ein- schneiden in Balken und Bretter verläuft ent- lang der Holzfasern. Das Zurückspringen der Risse in die ursprüngliche Rissbene ist deutlich zu beobachten.



*Abbildung 6.* Das «Schilfern» oder die «Fisch-ohrigkeit» kommen vor allem bei den Brettern deutlich zum Ausdruck; das Ausmass der je- weiligen «Anrißsstelle» wird erst bei der Weiter- verarbeitung ersichtlich.

Nach Frey-Wyssling (1959, p. 323) erscheint eine Umorientierung der Mikrofibrillen durch Zugbelastung möglich. Eine mechanische Drehung der Wandmatrix beim Wachstumsvorgang der Holzzellen hat nach de Wolff und Houwink (1954) eine Ausrichtung der Mikrofibrillen zur Folge. Somit könnte die Richtung der pseudotransversalen Teilung der kambialen Zellen, die letztlich die Fibrillenneigung verursachen, von den mechani- schen Kräften der Wachstumsspannungen beeinflusst werden. Zwischen den verschiede- nen Fibrillenwinkeln in den einzelnen Zellwandschichten, die ihnen einen mit Sperrholz vergleichbaren Aufbau verleihen, und dem ebenfalls mehrschichtigen Aufbau der im Stamm links und rechts gedrehten Holzsichten finden sich manche Parallelen (Krempl 1970).

Die Querdruckspannung ist nach Jacobs (1946) und Kübler (1959a), wie bereits er- wähnt, vom Stammdurchmesser abhängig. Damit kann nach Krempl (1970) die Zunahme der Faserneigungswinkel mit Annäherung an die Stammoberfläche mit den tangentialen Querdruckspannungen in Zusammenhang gebracht werden. Seine vergleichenden Unter- suchungen mit Proben aus dreh- und geradwüchsigen Stämmen zeigten bei gleichen Be- lastungsarten, dass Elastizität und Festigkeit der drehwüchsigen Stämme für den Baum günstiger sind gegenüber äusseren Einflüssen als bei geradem Wuchs. Nach Krempl (1970), Mayer-Wegelin (1956) und Thunell (1951) erscheint der Drehwuchs an der Stamm- oberseite für den durch äussere Kräfte beanspruchten Baumstamm von positiver Bedeu- tung.

### Literatur

- Frey-Wyssling, A., 1959: Die pflanzliche Zellwand. Berlin, 367 pp.
- Jacobs, M. R., 1965: Stress and strain in tree trunks as they grow in length and width. Meeting-paper IUFRO-Sect. 4, Melbourne Oct. 1965, 15 pp.
- Krempl, H., 1970: Untersuchungen über den Drehwuchs bei Fichte. Mitt. forstl. Bundesvers. Anst. Wien, Nr. 89, 116 pp.
- Kübler, H., 1959a: Die Ursache der Wachstumsspannungen und die Spannung quer zur Faserrichtung. Holz Roh- und Werkstoff 17 (1959) 1: 1—9
- Kübler, H., 1959b: Die Spannungen in Faserrichtung, Holz Roh- und Werkstoff 17 (1959) 2: 44—54
- Lenz, O.; Strässler, H. J., 1959: Contribution à l'étude de l'éclatement des billes de hêtre (*Fagus silvatica* L.). Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Ver.wes. 35 (1959) 5: 369—411
- Mayer-Wegelin, H., 1956: Die biologische, technische und forstliche Bedeutung des Drehwuchses der Waldbäume. Forstarchiv 27 (1956) 12: 265—271
- Mayer-Wegelin, H.; Mammen, E., 1954: Spannungen und Spannungsrisse im Buchenholz. Allg. Forst- und Jagdztg. 125 (1954): 287—297
- Mayer-Wegelin, H.; Trendelenburg, R., 1955: Das Holz als Rohstoff. München, ed. 2, 494 pp.
- Thunell, B., 1951: Über die Drehwüchsigkeit. Holz Roh- und Werkstoff 9 (1951) 8: 293—297
- Volkert, E., 1940: Das Schilfern der Kiefer. Mitt. Forstwirt. und Forstwiss. 11 (1940) 3: 173—210
- Wolff, P. M. de; Houwink, A. L., 1954: Some considerations on cellulose fibril orientation wing cell walls. Acta bot. neerl., p. 396

## **Conservation du patrimoine génétique des arbres forestiers**

Notes du cours donné à Zurich les 10 et 11 décembre 1985  
dans le cadre du programme Sanasilva

Par *Didier Roches*, CH-2800 Delémont

Oxf.: 232.12:232.31:48

### **Introduction**

L'auteur de ces notes a été désigné par le Service forestier de son canton pour suivre le 4e cours organisé par le Professeur Schütz dans le cadre du programme Sanasilva. Pensant que la matière traitée est de nature à intéresser un cercle plus large de forestiers et d'amis de la forêt, il lui a paru utile d'en proposer la publication dans le Journal forestier suisse.

### **Mardi 10 décembre**

*Ouverture par le Professeur Schütz*

Justification du cours: La menace du dépérissement en raison de la pollution comporte des risques pour le patrimoine génétique forestier: limitation de la diversité, développement unilatéral, voire perte. En Tchécoslovaquie, par exemple, la précieuse provenance «Sudète» du mélèze est sérieusement en danger.

Cette menace est aggravée par l'évolution dans le domaine de la production des plants. La forte diminution des pépinières, leur privatisation entraînent un rétrécissement de l'éventail des provenances.

L'introduction incontrôlée de provenances non autochtones s'accompagne d'hybridation avec les provenances autochtones, si bien que les races locales ou régionales particulièrement bien adaptées peuvent, à la longue, disparaître.

A l'étranger, les techniques génétiques contribuent également à restreindre encore la diversité génétique. Les risques sont bien plus grands en forêt que dans l'agriculture (durée des cycles de production).

*Prof. K. Holzer, Vienne: Différenciation génétique en montagne; conséquences pour le choix des provenances*

Le conférencier présente le résultat de ses recherches sur l'épicéa, essence à vaste amplitude écologique (de la plaine à la limite supérieure de la forêt). Le professeur Holzer a acquis une renommée internationale par les méthodes qu'il a développées pour identifier les provenances d'épicéa, au stade des semis. Il peut en déduire des recommandations pour l'utilisation des semences, notamment en ce qui concerne la région (classe altitudinale) où une semence donnée peut être utilisée.

En conditions normalisées, en laboratoire, le rapport entre la longueur de la pousse d'un semis et l'hypocotyle lui permet aussi de déterminer la classe d'altitude à 50 m près.

Ceci est important car les observations faites sur les diverses provenances mettent en évidence de grandes différences: déroulement de la croissance en hauteur, hauteur atteinte à âge égal, port de l'arbre, sensibilité à la neige et au gel, formation de pousses de la St-Jean, etc.

Si à une altitude de 900 m les provenances de 600 à 1200 m ont toutes de bonnes chances de réussir, à 1700 m les provenances ne devront pas s'écartez de plus de 100 m de cette altitude (1600 à 1800 m).

*Discussion*

L'influence de divers facteurs sur le choix des provenances fait ressortir quelques faits intéressants:

- l'altitude a l'influence la plus grande, en raison de ses incidences climatiques,
- l'exposition a une influence faible (décalage d'environ  $\pm 100$  m entre une exposition Sud, respectivement Nord et une provenance de plaine),
- l'influence du sol sur la formation de génotypes particuliers n'a pas pu être mise en évidence jusqu'ici (exemple: «frêne calcaire»),
- l'âge a une influence négative sur les semences; il ne faudrait pas récolter sur de vieux arbres.

*Dr. A. Nanson, Groenendaal, Belgique; Répercussion de l'action durable de la pollution sur le patrimoine génétique forestier*

Le problème de la résistance des espèces aux polluants est très complexe. Le classement peut changer selon les polluants. Les réactions des espèces peuvent varier en fonction de l'âge.

Au niveau des provenances d'une espèce, quelques observations ont été faites en RDA pour *Pinus contorta* (différences marquées!). Ailleurs, on a constaté des différences chez l'épicéa en ce qui concerne la sensibilité à SO<sub>2</sub>. Les provenances les plus xérophiles sont les plus résistantes à ce gaz.

Nanson a fait des observations sur une parcelle d'un essai international sur les provenances d'épicéa (1937, 22 provenances). L'influence de la station est plus forte que celle des provenances. Les provenances xérophiles paraissent, ici également, plus résistantes.

Au niveau individuel, les dommages présentent une grande variabilité au sein d'une population. L'hérabilité de la résistance est très élevée. Aux USA, il a été établi que, sous l'effet d'une pollution, la résistance à celle-ci augmentait rapidement. Cependant, cette adaptation s'accompagne d'effets biochimiques entraînant une perte marquée de croissance. Le patrimoine génétique est diminué.

En ce qui concerne les observations faites par Nanson sur les provenances d'épicéa (essai 1937), les différences de résistance s'expliquent à raison de

- 94 % par des différences individuelles,
- 4 % par des différences stationnelles,
- 2 % par des différences de provenance.

La pollution doit faire craindre une évolution défavorable des associations végétales.

Pour conserver la diversité des provenances, la création, dans des zones peu polluées (ouest de l'Europe), de peuplements de conservation de substance génétique est envisagée par certains généticiens (plan d'évacuation).

Les mesures à envisager pour parer à ces risques, sont:

- a) diminution de la pollution
- b) mesures transitoires, comprenant:
  - identification des causes,
  - recherches sur la résistance génétique (danger: appauvrissement du patrimoine),
  - sélection de peuplements semenciers résistants,
  - régénération naturelle,
  - conservation génétique *ex situ* (stocks de graines, évacuation, vergers évolutifs, parcs à clones).

### *Discussion*

- Les arbres dominants — plus touchés dans les zones de pollution industrielle «classique», mais pas en Suisse — sont-ils génétiquement réduits, du fait d'une longue sélection? Non, car ce sont généralement des hétérozygotes.
- La pollution induit une recrudescence des mutations génétiques, dont une seulement sur 1000 est favorable.
- Il a été vérifié en laboratoire que la pollution provoque une pression sur les gènes, d'où résulte un appauvrissement.
- Faut-il favoriser les mélanges génétiques (croisement de provenances autochtones avec des provenances étrangères)?

Nanson:

- la provenance locale est généralement la mieux adaptée au milieu,
- risque que les hybrides soient très mal adaptés, si les croisements se font avec des provenances très éloignées. Ce risque peut être limité en faisant des mélanges dans le cadre de régions homogènes.

- La réduction du nombre de plants dans les plantations s'accompagne d'un appauvrissement de la diversité génétique: danger!

Dr. F. Scholz, Institut für Forstgenetik, Grosshansdorf (Hambourg): Objectifs, possibilités et limites du développement de souches résistantes aux immissions

### Objectifs (classiques)

- a) économie: production de bois,
- b) fonction sociale: — création d'emploi,  
— délassement,
- c) écologie/social: fonctions protectrices
- d) conservation d'écosystèmes forestiers.

Actuellement, l'ordre de priorité est: d, c, a, b, selon le conférencier.

### Possibilités

Des progrès ont été réalisés en génétique. On identifie des gènes dans des clones sensibles et dans des clones résistants.

### Limites

Si des différences de résistance sont constatées, celle-ci a aussi ses limites. Lorsque les doses de polluants sont trop fortes, il n'y a pas de miracle!

Le diagnostic est en soi déjà problématique, car l'évolution du dommage est très différente selon les espèces, les provenances et les clones. A un certain moment, une sorte A peut paraître plus atteinte qu'une sorte B. Plus tard, la situation peut être inversée.

La sensibilité selon l'âge est aussi différente d'une sorte à l'autre (*figure 1*).

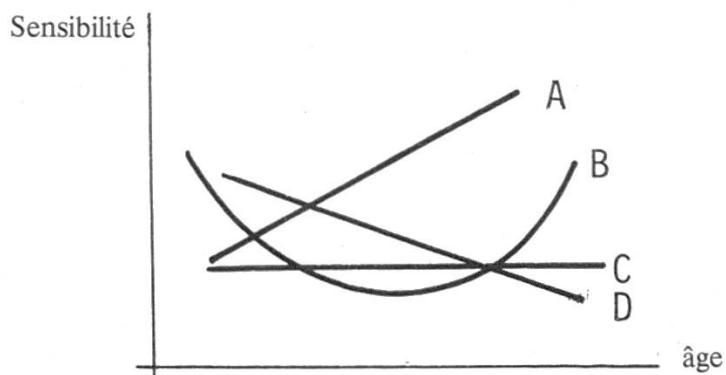


Figure 1.

A, B, C, D = sortes  
(espèces, sous-espèces, variétés etc.)

Pour une espèce donnée la sensibilité varie en fonction du polluant. Le problème se complique avec la multitude des combinaisons possibles de polluants.

Le climat et le sol influent également sur la résistance.

### Conclusion

Vu la complexité des situations, la sélection de provenances ou variétés résistantes est très problématique.

## **Mercredi 11 décembre**

*Prof. J.-Ph. Schütz: Considérations sylvicoles sur le problème de la conservation du patrimoine génétique*

Dans l'optique de la conservation du patrimoine génétique, la régénération naturelle a une importance très grande. Le recours à la régénération artificielle doit, dans chaque cas, se justifier par l'une ou l'autre des raisons suivantes:

- nécessité de changer d'essences,
- nécessité de changer de provenances,
- culture de certains feuillus nobles.

L'introduction de provenances non-autochtones comporte des risques génétiques tels que mélanges (abâtardissement) ou pertes irréversibles.

Le problème est d'ordre éthique également (intervention dans l'essence de la nature).

La sylviculture naturelle (naturnah) n'apporte aucune solution au problème de la conservation du patrimoine génétique.

Pour Schütz, le choix d'essences et de provenances adaptées à la station prime le recours à la régénération naturelle. La sylviculture visant une production de qualité nécessite l'utilisation (parfois l'introduction) de phénotypes et de génotypes de qualité. Ce n'est pas une porte ouverte toute grande aux provenances lointaines. Dans chaque cas, il faut apprécier les risques.

Des recherches de longue durée ont apporté des enseignements utiles:

- par un choix judicieux des provenances on peut obtenir des avantages multiples (production, stabilité),
- les provenances autochtones ne sont souvent pas les meilleures (effet de mauvaises pratiques?); on sait par exemple que les mélèzes du Wienerwald sont meilleurs que ceux de Suisse et, plus encore, que ceux des Alpes françaises; Burger a déjà relevé, en son temps, la mauvaise qualité du pin en Suisse; les meilleures provenances d'épicéa dans le Canton de Vaud sont originaire du Sud de l'Allemagne; le chêne de Slovénie est supérieur au chêne suisse.

L'introduction de provenances de qualité supérieure a pour avantages que la sélection se fera sur un nombre plus élevé de bons sujets, une amélioration éventuelle de la vitalité, une hétérozygotie plus grande.

Cependant les inconvénients et les risques déjà évoqués ne doivent pas être oubliés, si bien que le rajeunissement naturel doit être préféré aussi longtemps que l'introduction de provenances extérieures n'apporte pas des avantages prouvés.

Le système actuel d'approvisionnement en matériel de reproduction présente de grandes lacunes, en Suisse, et ne donne plus satisfaction. Dans une large mesure, ce sont les pépiniéristes privés qui décident pour les forestiers en un domaine pourtant difficile (particulièrement dans le contexte actuel). La récolte ne se fait pas toujours selon les règles de l'art et les contrôles sont pratiquement nuls. Le stockage des semences est mal résolu à part quelques exceptions.

*A. Semadeni, OFPP: Contrôle sur la provenance et l'utilisation de semences et plants forestiers, où en est-on?*

La réglementation en vigueur date pour l'essentiel de 1956. L'OFPP ne fait plus aucun contrôle, sauf en ce qui concerne les importations. Une révision est en cours depuis quelques années déjà, mais elle accuse du retard par manque de personnel et elle a été reléguée, depuis peu, par la révision de la loi elle-même.

Au début de 1986, un office de renseignements et de coordination entrera en activité. Il dépendra de l'IFRF et aura pour tâches de conseiller les Services cantonaux, d'organiser des cours, de conseiller les pépinières privées, de collaborer à la révision de la législation, etc.

*Hp. Stutz, IFRF: Possibilités de délimitation des régions de provenance; systèmes adoptés par les pays étrangers*

En 1974, une nouvelle réglementation a été adoptée par l'OCDE, dans le but de favoriser les échanges commerciaux de matériels de reproduction. Il s'agit d'une réglementation-cadre non contraignante. La plupart des pays d'Europe l'appliquent depuis le milieu des années 70.

Des catégories de matériel de reproduction sont définies:

- matériel identifié: peuplement connu et enregistré; la récolte, le séchage et le stockage sont contrôlés officiellement;
- matériel sélectionné: idem + exigences de qualité, production, étendue pour le peuplement semencier;
- matériel provenant de vergers à graine (exigences particulières);
- matériel contrôlé: comme matériel sélectionné avec, en plus que la supériorité doit être prouvée par des tests dont les résultats doivent être consignés.

Les territoires nationaux doivent être subdivisés en régions de provenances représentant des conditions écologiques suffisamment homogènes, de telle manière que les peuplements d'une espèce, sous-espèce ou variété présentent des conditions uniformes (phénotype et génotype). Ces régions sont à adapter aux essences. Deux conceptions ont cours pour la détermination de ces régions:

- conception partitionniste: le territoire est subdivisé en régions géographiques contiguës,
- conception associative: les peuplements sont regroupés, selon leurs particularités en régions théoriques.

Stutz propose, pour la Suisse, que les régions soient délimitées en fonction des conditions écologiques, variables selon les essences, pas trop rigides.

Nanson présente le système belge: 6 régions dont les limites sont plus pratiques qu'écologiques (par exemple sillon mosan). Elles sont les mêmes pour toutes les essences. Le contrôle est très rigoureusement organisé (il se fait de la récolte à la remise des graines au pépiniériste!). Par contre, l'utilisation des semences n'est pas réglementée.

*Table ronde*

Animateur: Dr. Eichrodt (BL).

Participants: Prof. J.-Ph. Schütz, A. Semadeni, Hp. Stutz, A. Stauffer (Aarberg).

Stauffer présente les travaux et réflexions d'un groupe bernois ad hoc. Dans l'hypothèse du dépérissement, un doublement de la production de semences doit être envisagé! Cela nécessite des locaux de stockage, des procédés de conservation (par exemple lyophilisation), la constitution de vergers à graines, mesures que le Canton de Berne ne peut maîtriser seul.

Schütz rend attentif les auditeurs sur l'acuité du problème en prenant l'exemple du chêne. Il existait, jusqu'il y a peu, 3 provenances intéressantes de chênes suisses. La provenance Galm n'existe plus, celle du Canton de Schaffhouse est réduite à 14 semenciers, la 3ème a mal fructifié.

Selon lui le système qui serait le mieux adapté à la Suisse devrait reposer sur un ou plusieurs organismes semi-privés ou semi-publics qui s'occuperaient de la désignation des peuplements semenciers, des récoltes et de la conservation. La collaboration des forestiers de terrain lui paraît indispensable. Il cite en exemple le système français, où des moyens importants ont été mis à disposition pour mettre en place une organisation dirigée par des scientifiques, dépendante de l'ONF. Si la qualité scientifique paraît garantie, la collaboration avec les hommes de terrain est, par contre, inexistante.

## IUFRO-Tagung und -Studienreise über Gebirgswaldbau und Lawinen 1985, Schweiz, Italien, Österreich

Von Hans Frutiger, Martin Meyer-Grass und Jürgen Rychetnik Oxf. 2:423.4./5:(23):  
(Aus dem Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung,  
7260 Weissfluhjoch/Davos)

Die IUFRO-Tagung und -Studienreise in der Schweiz, in Italien und in Österreich wurde durch die Arbeitsgruppe Schnee und Lawinen (S. 1.04-02, Chairman Forsting. J. Rychetnik) zusammen mit der Arbeitsgruppe Gebirgswaldbau (S. 01-02, Chairman Dr. E. Ott) vom 16. bis 21. September 1985 durchgeführt. 30 Teilnehmer aus 8 Ländern nahmen an dem Anlass teil. Die Vorträge, die schriftlichen Beiträge und Poster der Tagung vom 16. September sowie eine ausführlichere Beschreibung der Exkursionsobjekte werden am Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung publiziert. Die Exkursionsziele sowie die dort besprochenen Probleme sollen nachstehend beschrieben werden.

17. September 1985: Landschaft Davos, Dorfberg; Führung durch Forsting. W. Frey.

Am allgemein SE-exponierten Hang oberhalb Davos-Dorf wurden zwei Versuchsflächen des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (EISLF) besichtigt. Es sind dies die Flächen «Rudolf» und «Fopp» die sich wie folgt charakterisieren lassen:

	Rudolf	Fopp
Höhenlage	2180 bis 2270 m ü.M.	1770 bis 1830 m ü.M.
Exposition	SSE bis SE	ESE bis SE
Hangneigung	25–30° bzw. 35–40°	20–38°
mittleres Schneehöhenmaximum	etwa 170 cm	etwa 145 cm

In der Versuchsfläche «Rudolf» wurden im Jahre 1956 verschiedene Gleitschutzmassnahmen verwirklicht und deren Wirkung auf das Schneegleiten sowie auf die Lärchen- (1957) und Fichtenpflanzungen (1958) bis heute verfolgt. Nach 27 Jahren sind, je nach Massnahmen und Baumart, nur noch 20 bis 50 % der ausgebrachten Pflanzen vorhanden. Die durchschnittliche Baumhöhe kann mit 25 bis 60 cm angegeben werden. Allgemein ist der Ausfall bei der Fichte höher als bei der Lärche, wobei vor allem der Frost die Schäden verursacht hat. Trotz Frost und Triebsterben bei der Lärche erscheint diese Art an diesem Standort vitaler als die Fichte zu sein.

Unter den extremen Bedingungen der oberen Waldgrenze haben sich die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gleitschutzmassnahmen recht deutlich heraus-

gestellt. Günstig sowohl gegen das Schneegleiten wie auch als An- und Aufwuchshilfe für die Aufforstung haben sich die Terrassierungen ausgewirkt, wobei hier aus Gründen der Erosionsgefährdung und des verbesserten Schutzes gegen die Gleitschneewirkungen den schmalen Bermentritten der Vorzug zu geben ist.

Standorte, die wegen latenter Bodenrutschgefahr das Anlegen von Bermentritten nicht erlauben, können mit Pfahlungen im Verband 1 mal 1 m gesichert werden. Kleine Gleitschutzbrücken oder Dreibeinböcke wirken als Schutzmassnahme nur in deren unmittelbarer Umgebung. Die technisch richtige Ausführung aller dieser Massnahmen ist von ausschlaggebender Bedeutung.

Bereits im Jahre 1955 wurde die mit Gleitschutzmassnahmen versehene Fläche «Fopp» aufgeforstet. Ausgebracht wurden Lärchen verschiedener Provenienzen als Nacktwurzler. Heute, nach 30 Jahren, erreichen die Bäume eine Höhe von 250 bis 400 cm, wobei 50 bis 90 % der ausgebrachten Pflanzen im Jahre 1970 noch vorhanden waren. In der Zwischenzeit wurden mehrere Pflegeeingriffe durchgeführt.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gleitschutzmassnahmen haben sich in dem für eine Aufforstung besseren Wuchsgebiet weniger deutlich herausgestellt als in der Fläche «Rudolf». Sowohl gegen das Schneegleiten wie auch als An- und Aufwuchshilfe für die Aufforstung haben auch hier die Bermentritte den besten Erfolg gebracht. Im weiteren hat der Versuch wiederum bestätigt, dass rechtzeitige Pflegeeingriffe wesentlich zur günstigen Entwicklung der Pflanzung beitragen.

17. September 1985: Landschaft Davos, Lusiwald; Führung durch Forsting. H. Imbeck.

Die Nachmittagsexkursion führte in einen auf 1600 bis 1670 m ü.M. gelegenen, NNW exponierten Hochstauden-Fichtenwald. Die Hangneigung des auf kristallinem Bergsturzmaterial und teilweise auf Serpentin stockenden Lusiwaldes beträgt 36 bis 40°. Die kurze Vegetationsperiode von 3 bis 3,5 Monaten (Juni bis Mitte September) bei einem Jahrestemperaturmittel von 2,8 °C und einer Niederschlagsmenge von 1200 mm zeichnen diesen Standort aus. Mit dem Versuch soll den grossen Verjüngungsschwierigkeiten, die sich in dieser Waldgesellschaft ergeben, auf den Grund gegangen werden. Verjüngungshindernd wirken vor allem der Mangel an Licht und Wärme, die grosse Schneeeablagerung und die damit verbundene kurze Vegetationsperiode, die starke Gefährdung durch den Schwarzen Schneeschimmel (*Herpotrichia juniperi*) sowie die erdrückende Konkurrenz der Hochstauden bei genügendem Lichteinfall auf den Boden.

Zu Versuchszwecken wurden im Bestand zwei schneisenartige, nach SE bzw. SW ausgerichtete Öffnungen angelegt und deren Auswirkungen auf die Verjüngung, das Mikroklima und die Schneeeablagerung untersucht. Die Abmessung der Öffnungen wurde so gehalten, dass eine darin anbrechende Lawine nicht eine genügend grosse Geschwindigkeit gewinnen soll, um den darunter liegenden Bestand zerstören zu können. Auch wenn nach drei Jahren noch keine abschliessenden Ergebnisse vorgelegt werden können, liefert dieser Versuch doch bereits wesentliche Erkenntnisse. Ausführliche Messungen belegen, dass durch die Öffnungen das Mikroklima deutlich verbessert wurde. Da jedoch auch die Schneeeablagerung innerhalb der Öffnungen um den Faktor 1,5 bis 2,2 erhöht wurde, dürfen die Öffnungen vor allem wegen der Lawinenanrisgefahr nicht zu gross gewählt werden. Der Schwarze Schneeschimmel sowie die Konkurrenz der Hochstauden sind jene Faktoren, die den ausgebrachten Pflanzen bzw. dem natürlichen Jungwuchs entscheidend entgegenwirken.

18. September 1985: Ober Vintschgau, Plawenntal, Gemeinde Mals; Führung durch Dr. F. Florineth.

Die Exkursion führte in den kesselförmigen Talabschluss des Alpbachgebietes, der von steilen, von süd- über west- bis nordexponierten Hängen gebildet wird. Das aus der sogenannten Ötztaler Masse aufgebaute Gebiet nimmt Höhenlagen von 2000 bis 2900 m ü.M. ein und weist Hangneigungen bis 55° auf. Diese Faktoren sowie die intensive Weidewirtschaft führten zu einer ausgeprägten Flächenerosion mit teilweise gewaltigen Gräben. Ein erstes Thema der Exkursion war denn auch die künstliche Begrünung der Schuttkegel und Hänge. Besprochen wurden Fragen des Saatgutes sowie des Vorgehens bei der Begrünung.

An der Südwestschulter des Steinmandlkopfels (2520 m ü.M) konnte eine erfolgreiche Aufforstung mit Arve und Lärche besichtigt werden. Da dieser steile Nordhang durch Lawinenzüge gekennzeichnet ist, wurden zum Schutze der Aufforstung 2,5 m hohe Drahtgeflecht-Schneezäune erstellt. Eine Regelung der Wald/Weide-Grenzen musste vorangehen. Es wurden die Wirksamkeit der Zäune sowie weitere mögliche Schutzmaßnahmen und Starthilfen für die Aufforstung – wie die Erhöhung der Bodenrauhigkeit – und diverse Pflanzmethoden erörtert.

19. September 1985: Ahrntal, Gemeinde Prettau; Führung durch Dr. M. Mumelter, Dr. K. Obwegs und Dr. P. Schmidhofer.

Die Gemeinde Prettau zählt zu einer der lawinengefährdetsten Gemeinden des Südtirols. Nach dem Lawinenwinter 1975 setzte dann auch eine rege Verbauungstätigkeit ein. Ziel der Exkursion war die rechte Talseite (Südhang), die durch eine augenfällige, auf rund 2000 m ü.M. liegende Hangschulter geprägt wird. Unterhalb dieser Schulter, die gleichzeitig die Waldgrenze bildet, fällt der Hang steil bis zur Talsohle ab. Im Bereich der Behausungen konnten Spaltkeile an Bauernhöfen älteren und neueren Datums gesehen werden. Beim Tobel des Wieserbachs wurden Brems- und Auffangverbauungen aus Stein- und Erdmaterial zum Schutze des Dorfes Prettau erstellt. Auch im Bereich der Waldgrenze wurden Auffangverbauungen verwirklicht, um die oberhalb der Waldgrenze angebrochenen Lawinen aufzufangen. Besichtigt wurden die Auffangdämme der Samalm-Lawine, die nach Erstellung mit Stallmist belegt, angesäht und bewässert wurden. Die erfolgte Begrünung bewirkt, dass die Dämme heute bestens in die Landschaft eingepasst sind. Auch auf dem Gegenhang, unterhalb der Langspitze, konnten mehrere Erddämme eingesehen werden (Lenk-Alm-Verbauungen).

Besichtigt und besprochen wurden insbesondere die zahlreichen, verschiedenartigen Treibschniezäune an der Waldgrenze und die in deren Schutze angelegten Arven- und Lärchenaufforstungen. Anschliessend an diese Zäune folgt ein Stützverbau im Steilhang, wobei verschiedene Werktypen zum Einsatz gelangen. Auch hier wurde grossflächig aufgeforstet.

19. September 1985: Gemeinde Sexten, Lokalität Helm; Führung durch Dr. E. Holzer.

Auf der Westschulter des Helms oberhalb Sexten wurden im Jahr 1965 Verbauungs- und Aufforstungsarbeiten begonnen, nachdem die Waldl-Lawine am 14. April 1965 den Höllerhof am Talbolden erreicht hatte. Der Stützverbau mit Stahl- und Stahl/Holz-Schneebrücken steht auf einem Südsüdwesthang in rund 2100 bis 2200 m Höhe. Darunter wurde in den Jahren 1968 bis 1974 mit Fichte (70 %), Lärche (10 %),

Bergföhre (15 %) und Arve (5 %) der sehr stark aufgelichtete Fichtenbestand ausgepflanzt. Lange diskutiert wurden die Erfolgsaussichten der Bergföhrenaufforstung an der oberen Waldgrenze, insbesondere in Abhängigkeit der Provenienzen. Beobachtet werden konnten in unmittelbarer Nähe der Aufforstung auch natürlich ausgebildete Rotten von Fichten und Lärchen.

Weiter wurde auf den Einhängen des Tschertschentals die sogenannte «Lärchenwiese» eingesehen. Es handelt sich hier um ehemalige Mähwiesen in einem sehr lichten Lärchenbestand, die jeweils streifenweise alle zwei Jahre geschnitten wurden. Da seit dem zweiten Weltkrieg diese Mäder jedoch immer mehr aufgelassen wurden, entschied man sich im Jahre 1968 etwa 50 ha mit 230 000 Pflanzen, meist Fichten, sukzessive aufzuforsten. Die Aufforstung weist heute einen vielversprechenden Zustand auf.

20. September 1985: Südosthänge der Innsbrucker Nordkette oberhalb der Stadt Innsbruck. In der Führung und den Erläuterungen haben sich Dr. H. Götsch, Frau Dr. I. Neuwinger, Prof., Dr. H. M. Schiechtl und dipl. Ing. J. Hopf abgewechselt.

Oberhalb der Hungerburg-Arzleralm-Terrasse, welche auf 800 bis 1000 m ü.M. liegt, nimmt die Hangneigung immer stärker zu bis zu den nahezu senkrechten, felsigen Abstürzen aus Wettersteinkalk der Hafelekarspitze (2334 m ü.M.) Die aus triasischen Gesteinen aufgebaute Nordkette bildet eine Scheide zwischen dem ozeanischen Klima der Nordalpen und dem schon kontinental getönten des inneralpinen Inntales. Als Folge der Kalkunterlage und der Südostexposition sind die Böden trocken und warm, so dass das Gebiet dem Standort des Lärchen-Buchen-Tannenwaldes entspricht.

Spezielle historische Studien weisen nach, dass sich seit der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, aber auch in jüngster Zeit, ab 1880, die Waldfläche drastisch verringert hat. Als Ursachen werden Brände, Beweidung, Wild und Lawinen erwähnt. Auch heute ist die Schafweide noch üblich, aber die Anzahl der Tiere und die beweideten Flächen konnten reduziert werden.

Die Arzleralm-Lawine (Ochsental, Almtal, Brunnental) drang am 4. Februar 1935 unterhalb der Almterrasse durchs Dufttal bis mitten in die Ortschaft Mühlau am Nordrand von Innsbruck vor. Die unmittelbare Folge des spektakulären Ereignisses war der Beginn der Lawinenverbauungen und der Waldwiederherstellung.

Die Exkursion führte mit der Hafelekarbahn auf die Hafelekarspitze, wo der grosse Anteil von Fremdeintrag an den Böden demonstriert und erörtert wurde. Von hier aus konnten auch die Lawinenverbauungs-Versuchswerke, wie Schneebrücken mit Hängegrost, im obersten Anrissgebiet des Penzenlehners besichtigt werden.

Während des Abstiegs von der Seegrube zum Rastlboden konnten ein Gleitschneeverbau mittels auf dem Boden befestigter, quer zur Hangfalllinie liegender Rundhölzer besichtigt werden. Es ist dies eine Technik, die einen Gleitschutz bietet, ohne dass die Benützung der Skipiste dadurch beeinträchtigt wird. Am Gerlehner wurde eine Stützverbauung mit Arlbergrechen und Schneebrücken besichtigt, die bis auf die Höhe des oberen Randes (1700 m ü.M.) aufgeforstet wurde. Zu diskutieren gab hier der Einfluss des Treibschnees auf den Aufforstungserfolg.

Infolge der Entwaldung und der nachfolgenden erhöhten Lawinenaktivität bildeten sich auf grossen Flächen Latschen- und Buschbuchenbestände. Da diese keinen Lawenschutz bieten, sind die Forstorgane bemüht, diese in hochstämmige Bestände umzuwandeln.

Anlass zur Diskussion gaben die als Auffangwerke gedachten sogenannten Fallböden auf der Bodensteinalp (Rastlboden-Lawine). Diese wurden in einem derart steilen Gelände gebaut, dass sie grössere Lawinen kaum auffangen können und sich eher ungünstige Ablenkwickungen zeigen.

Auf der Arzler Alm ist das klassische Gebiet der Brems- und Auffangverbauung erreicht. Hier wurden in den Jahren 1936 bis 1941, nach der Lawine vom 4. Februar 1935 und als erste, dringliche Massnahme, 9 «Lawinenbrecher» (Bremskeile), 4 «Abweisdämme» (Ablenkdamme) und 2 «Fallböden» (Auffangverbau) gebaut. Alle diese Bauten wurden durch Aufforstungen gegen unerwünschte Bodenerosionen geschützt.

21. September 1985: Zillertal; Führung durch dipl. Ing. B. Riccabona und dipl. Ing. H. Knapp.

Vor rund 20 Jahren wurde ein Integralmeliorationsprojekt begonnen, welches den ganzen linksseitigen Talhang des Zillertales umfasst. Anlass dazu war die hohe Anfälligkeit der Seitenbäche für Hochwasser mit starker Geschiebeführung, die durch das weiche Muttergestein sowie die ungünstige Waldnutzung (Zillertaler Schneitelwälder) noch gefördert wurde. Zudem wurde das Tal im Januar 1951 auch von grossen Lawinen heimgesucht (10 Tote; 177 landwirtschaftliche Gebäude zerstört; 23 000 m<sup>3</sup> Lawinenholz). In den Vorstudien zur Integralmelioration waren zum Beispiel auch Versuche über das Abflussverhalten eines künstlich erzeugten Niederschlags auf Böden mit verschiedener Vegetationsdecke enthalten.

Die Exkursion führte in Kleinbussen von Oberkaltenbach über die «Zillertaler Höhenstrasse» hinauf auf die Neuhüttenalp, über die Bärenbadalp und die Hirschbichlasten in das Skigebiet der Bigneidalp, über die Baumgartenalp hinunter auf den Schwendberg und über Zellbergeben und Aschau zum Ausgangspunkt zurück.

Im Skigebiet der Bigneidalp wurden Stützverbauungen zum Schutze der Zubringerbahn, der Skilifte und der Skiaufahrten gebaut. Das Land Tirol handhabt seit den grössten Lawinenunfällen die Vorschriften über die Sicherheitsmassnahmen für den Skibetrieb sehr streng. Hier wurde auch eine Abschrankung entwickelt, die das Befahren von Aufforstungsflächen durch Variantenskifahrer verhindern soll.

Bei der Diskussion kamen nicht nur Themen zum Gebirgswaldbau zur Sprache. So gab die Aussicht von der Höhenstrasse einen Blick auf den Talboden frei, wo sich der Ziller schlängelt, so dass auch über die Funktion und Bedeutung der Ufergehölze diskutiert wurde.

21. September 1985: Sellraintal; Führung durch Dr. R. Stern.

Im Sellraintal, auf dem Boden der Gemeinde St. Sigmund wurde die forstökologische Versuchsaufforstung «Haggen» besichtigt.

Nach dem schweren Lawinenwinter 1950/51 erwogen die Forstorgane, die Weiler Paida und Haggen am Fuss der waldlosen Südhänge im hinteren Sellraintal mittels Stützverbauungen und Aufforstungen zu schützen. Die Viehweide war damals aber ein ernsthaftes Hindernis und erst im Jahre 1963 wurde eine ha Weide zu einem Aufforstungsversuch freigegeben. Später wurde die Aufforstungsfläche noch erweitert, so dass sie heute rund zehn ha ausmacht.

Die erste, im Jahre 1963 angelegte Versuchsfläche auf einem Südwesthang in 1700 bis 1900 m ü.M. wurde mit Fichte und Lärche ausgepflanzt. Ab 1965 wurde auch die Arve beigemischt, und ab 1967 erfolgten Nachbesserungen auf der ganzen Fläche mit Arve

und Lärche. Ab diesen Zeitpunkt wurde die Entwicklung der Aufforstung von der Aus- senstelle für subalpine Waldforschung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien in Innsbruck genau verfolgt. Die gleiche Stelle veranlasste eingehende Standortsunter- suchungen (Böden, Pflanzengesellschaften), und seit 1974 werden die einzelnen Fak- toren des Mikroklimas (Wind, Temperatur, Niederschlag, Feuchte, Verdunstung, Strah- lung) und deren Veränderung mit dem Heranwachsen des Waldes dauernd gemessen.

Die Aufforstung als solche muss als voller Erfolg gewertet werden, was grösstenteils dem Ausschluss der Weide (umzäunte und überwachte Fläche) und vor allem der inten- siven Pflege zugeschrieben werden muss. Über die Versuchsfläche und die bis jetzt ge- wonnenen Erfahrungen wurden bereits mehrere Publikationen veröffentlicht.

Allen denjenigen, die die Exkursionen vorbereitet und geführt haben, sei an dieser Stelle nochmals bestens gedankt. Die IUFRO-Studienreise 1985 darf sicherlich für sich beanspruchen, Anliegen, Bedürfnisse und Lösungsmöglichkeiten zum Thema Gebirgs- waldbau, Lawinen- und Gleitschneeschutz von der Seite des Praktikers wie auch des Wissenschafters beleuchtet zu haben. Jeder Teilnehmer hatte so Gelegenheit, nützliche Erkenntnisse oder auch Bestätigungen des bereits vorhandenen Wissens mit sich nach Hause zu nehmen.

# Bericht zur Revision des Normalstudienplanes der Abteilung für Forstwirtschaft der ETHZ

Ausgearbeitet von der Kommission für die Studienplanrevision<sup>1</sup> Oxf.: 945.31:(494)

## 1. Beweggründe und Notwendigkeit einer Revision des Normalstudienplanes

Die letzte grundlegende Revision des Forststudiums an der ETH geht auf das Jahr 1958 (27. Mai 1958) zurück. Seither hat der Stand des forstlichen Wissens sehr stark zugenommen, so dass der Lehrstoff immer komplexer und unübersichtlicher geworden ist. Daraus hat sich in den verschiedenen Fachgebieten die Tendenz zu einer Spezialisierung ergeben, und die Bemühungen der Dozenten um eine gegenseitige Abstimmung der verschiedenen Fächer sind durch die rasche Entwicklung immer wieder erschwert worden.

Seit 1958 wurden in mehreren partiellen Studienplanänderungen einzelne Disziplinen gestrichen (zum Beispiel Zoologie, Vererbungslehre, Forstgartenbetrieb und andere mehr), teilweise aber wiederum neu eingebaut, stundenplanmäßig jedoch nicht immer an optimaler Stelle. Dies führte einerseits zu einer recht starken Belastung gewisser Semester. Anderseits ist die Koordination des ganzen Lehrprogrammes hinsichtlich der Abstimmung von Lehrinhalt sowie der zweckdienlichen Sequenzierung des gesamten Lehrangebotes notwendiger denn je geworden.

Im Laufe der vergangenen 25 Jahre haben sich auch gewisse soziologische, politische und volkswirtschaftliche Interessen unserer Gesellschaft verlagert. Insbesondere hat die Bedeutung der Ökologie, der Umweltbelastung, der Ressourcenverknappung, der Energieprobleme, der Automatik und Informatik stark zugenommen, und diese Entwicklung sollte in der Ausbildung der Forstingenieure unbedingt berücksichtigt werden. Das Überdenken der Lehrziele scheint daher auch aus dieser Sicht gerechtfertigt.

Auch die beruflichen Chancen der Forstingenieure haben sich gewandelt. Ende der 50er Jahre stellte der Zugang zu einer Stelle im öffentlichen Forstdienst die wichtigste Berufserwartung dar; heute stehen weitere Möglichkeiten offen. Nach einer Zusammenstellung von Prof. J.-P. Farron waren Anfang 1984 die Schweizer Forstingenieure in der Praxis in folgenden Bereichen tätig:

Öffentlicher Forstdienst	40 %
Lehre und Forschung	13 %
Freierwerbende Forstingenieure	20 %
Entwicklungsländer	7 %
Sonstiges Ausland	3 %
nichtforstlich tätig	17 %
	100 %

<sup>1</sup> B. Bittig (†), K. Eiberle, R. Schlaepfer, J.-Ph. Schütz (Präsident)

Darüber hinaus gibt die Ablösung von 4 Fachdozenten an der ETH (Waldbau, Forstökonomie/Forstpolitik, Forsteinrichtung, Bodenphysik) innerhalb von nur 5 Jahren (1979 bis 1984) ohnehin Anlass zu einer gewissen Neuorientierung und zum Überdenken der gesamten Studiengestaltung, welche sowohl die Koordination und Abgrenzung zwischen den Fächern als auch die Art und Weise der Lehrstoffvermittlung zu berücksichtigen hat.

## 2. Kurze Chronik der Studienplanrevision

Der Auftrag zu einer Revision kam von der Schulleitung, war jedoch zugleich auch ein Anliegen von seiten der Studierenden, das vor allem mit Belastungsproblemen begründet worden war. Nachdem verschiedene Arbeitsgruppen grundlegende Teilprobleme einer Revision bearbeiteten, wurde unter der Leitung von Professor A. Kurt das Projekt einer umfassenden Revision in schrittweiser Lösung in Angriff genommen. Der Abteilungsrat wie auch die Fachprofessoren konnten sich mit dem vorgeschlagenen Vorgehen einverstanden erklären. Der Vorschlag wurde auch von der Schulleitung gebilligt.

Im Sommer 1978 begann die Ausarbeitung einer Vorstudie, welche vom Abteilungsrat in verschiedenen Sitzungen (23. 1., 9. 2., 9. 5. und 4. 7. 1979) beraten wurde.

Die Arbeitsgruppe für die Studienplanrevision (Professoren A. Kurt und K. Eiberle, Herr B. Annen) bearbeitete das Konzept weiter und gab verschiedene Grundlagenpapiere heraus:

- Das Berufsbild des Forstingenieurs (September 1980)
- Die Ermittlung des Ausbildungsbedarfes für Forstingenieure (24. Juni 1980).

Am 9. September 1980 erfolgte die Aufstellung einer Validierungskommission aus den Kreisen der forstlichen Praxis, der Forschung und der Berufsverbände mit dem Zweck, Vollständigkeit und Lehrinhalte des Studienplanes zu überprüfen.

Im Wintersemester 1980/81 wurde das Projekt der Studienplanrevision durch die Kommission Schütz, Bittig und Eiberle unter Mitwirkung des Abteilungsvorstandes übernommen. Diese Kommission legte am 27. April 1982 einen Bericht vor, der allen Interessierten zur Vernehmlassung zur Verfügung gestellt wurde (Dozenten, Assistenten, Studenten, Validierungskommission). Die Vernehmlassungen wurden durch die Kommission, in der als Nachfolger des tragisch verunglückten Prof. Bittig nun Prof. Schlaepfer mitwirkte, ausgewertet und die Änderungsvorschläge in einem Papier vom 3. März 1983 zuhanden des Abteilungsrates (AR) als Grundlage für dessen Beratungen festgehalten.

Die Beratungen im AR fanden anlässlich der Sitzungen vom 20. 4. 1983, 4. 5. 1983, 18. 5. 1983, 15. 2. 1984 und 24. 5. 1984 statt. Der nun im folgenden beschriebene Studienplan fusst auf dem Bericht der Kommission vom 27. 4. 1982 und berücksichtigt die vom AR beschlossenen Änderungen sowie den Beschluss der Abteilungskonferenz bezüglich des Physikunterrichtes vom 11. 12. 1984. Nachdem der Schweizerische Schulrat am 27. 3. 1985 den damaligen Vorschlag zurückwies, ist nun der Wiedereinbau der Physik im bisherigen Umfang ohne weitere Änderungen am Studienplan von der Unterrichtskommission (18. 6. 1985) und der Abteilungskonferenz (2. 7. 1985) vorgenommen worden.

### **3. Randbedingungen der Studienplanrevision**

Das Projekt einer Studienplanrevision sollte den folgenden übergeordneten Randbedingungen entsprechen:

- Zielsetzungen der Schulleitung der ETHZ, unter anderen:
  - Vermeidung des *Numerus clausus* in Diplomstudien
  - Festhalten am achtsemestrigen Diplomstudium
  - Straffung des Unterrichtsangebotes durch Konzentration auf das Wesentliche
  - Festhalten am Prinzip der Erbringung von Lehrleistungen durch die dafür errichteten und bestimmten Institute anderer Abteilungen, insbesondere in der Propädeutik
- Personalstopp der Bundesverwaltung, welcher die Verwirklichung der Studienplanrevision ohne Vermehrung von Personalstellen und ohne zusätzliche finanzielle Aufwände verlangt.

#### *Erfahrungen anderer Abteilungen*

Unsere Arbeit kann sich in verschiedener Hinsicht auf die Erfahrungen bei Studienplanrevisionen an anderen Abteilungen der ETH stützen. Besonders interessant sind für uns die vorgesehenen Lösungen und gesammelten Erfahrungen anlässlich der Revision des Normalstudienplans der Abteilung für Landwirtschaft (30. 4. 1979) und der Abteilung für Kulturtechnik (14. 11. 1978).

#### *Zukünftige Revisionen*

Der Lehrstoff wird sich immer weiter entwickeln, weshalb der Normalstudienplan periodisch den neuen Bedürfnissen angepasst werden sollte. Das Konzept einer Revision wird dies berücksichtigen, indem es einerseits eine gewisse Flexibilität in der Gestaltung von Unterrichtseinheiten – insbesondere in der Vertiefungsphase – und einige, allerdings bescheidene, Reserven offen lässt für die Plazierung von neuen Lehrveranstaltungen.

Unseres Erachtens sollte der Studienplan in einem etwa 10–15jährigen regelmässigen Turnus überprüft und nötigenfalls revidiert werden.

## **4. Allgemeine Grundsätze**

### *4.1 Generalistenausbildung: Einheitsdiplom*

Die Frage des Spezialisierungsgrades in der Ausbildung der Forstingenieure wurde schon bei den allerersten Diskussionen um die Studienplanrevision gründlich besprochen. Ein weitgehender Konsens besteht darin, dass die Ausbildung künftig ein Forstingenieurstudium mit einem Einheitsdiplom und nicht eine Aufsplitterung in verschiedene Studienrichtungen anstreben soll. Der Forstingenieur bleibt ein Generalist, welcher

eine breit fundierte, solide Grundausbildung aufweisen soll, die sich in angemessener Weise auf die drei Hauptrichtungen Biologie, Ingenieurwissenschaften und Geisteswissenschaften stützt. Dabei kann diese Ausbildung nie Anspruch auf Vollständigkeit erheben, und es soll für den Forstingenieur auch keine umfassende Ausbildung als Ökonom, Bauingenieur, Jurist, Biologe oder Planer angestrebt werden. Vielmehr muss durch die Förderung und Vorbereitung der Weiterbildung der Weg zur persönlichen Weiterentwicklung geebnet werden. Auch soll die Ausbildung die Fähigkeit zu interdisziplinärer Arbeit und gemeinschaftlicher Problemlösung fördern. In der Tat können gewisse Probleme in der Praxis nur durch die gemeinsame Arbeit mehrerer Fachspezialisten gelöst werden. Durch eine sehr breite Ausbildung kann der Forstingenieur zur Lösung komplexer Probleme beitragen.

Das Erreichen dieser Ziele verlangt eine solide, breit angelegte Ausbildung auf den Gebieten der propädeutischen Fächer und der Fachgrundlagen. Außerdem muss die Fähigkeit zur Zusammenarbeit schrittweise über längere Zeit durch Gruppenarbeit anlässlich von Übungen und Praktika und womöglich in Blockunterrichtseinheiten gefördert werden. Die Gruppenarbeit sollte möglichst schon auf der Stufe der Fachgrundlagen beginnen und sich bis in die Vertiefungsphase hinein in Lehrveranstaltungen wie Seminarien und Kolloquien fortsetzen.

Eine gewisse Spezialisierung in der Vertiefungsphase widerspricht der einheitlichen Ausbildung nicht. Im Gegenteil, die freie Wahl gewisser Lehrveranstaltungen im Rahmen einer Diplomfachrichtung entspricht der von studentischer Seite gewünschten Lernfreiheit und fördert die persönliche Motivation. In den oberen Semestern (7. und 8. Semester) wird deshalb ein Lehrangebot von mindestens 6 Stunden/Woche in verschiedenen Wahlfachrichtungen vorgeschlagen. Gemäss dem allgemeinen Prüfungsregulativ für alle Abteilungen der ETH kann diese Wahlfachrichtung auch an der Abteilung XII gewählt werden.

Das Konzept einer einheitlichen Ausbildung gilt primär für Forstingenieure. Offen bleibt noch die Frage der allfälligen Ausbildung von Holzingenieuren mit einem speziell zu konzipierenden Studienplan. Eine solche Entwicklung wird generell positiv beurteilt, könnte aber nicht in der im Gange befindlichen Revision berücksichtigt werden. Dafür müsste eine eigene Abteilung, eine Unterabteilung oder ein Kurs analog den Lebensmittelingenieuren an der Abteilung VII geschaffen werden.

#### *4.2 Berufsbild und Ausbildungsbedarf*

Als Grundlagen für die Aufstellung des *SOLL-Studienplanes* gelten folgende, in Arbeitspapieren formulierte Zielvorstellungen:

- Ermittlung des Ausbildungsbedarfs für Forstingenieure vom 24. 6. 1980.
- Das Berufsbild des Forstingenieurs vom September 1980.

#### *4.3 Studienbelastung*

Zur Förderung der Motivation, der persönlichen Entfaltung und der geistigen Beweglichkeit der Studierenden darf im Studienplan eine bestimmte Belastung nicht überschritten werden.

ten werden. Als Richtwert für die Belastung wird mit folgenden maximalen Unterrichtsstunden pro Woche gerechnet.

Bei Vorlesungen:	30 Stunden/Woche
Bei Übungen, Praktika, Exkursionen u. a.	36 Stunden/Woche

Die letzteren sollen derart konzipiert sein, dass sie wenig Heimarbeit für die Stoffverarbeitung verursachen.

Bei gemischten Lehrveranstaltungen wird im Stundenplan die obere Belastung generell auf den Richtwert von 34 Stunden/Woche festgelegt. Unter Berücksichtigung von durchschnittlich einer halben Stunde pro Vorlesungsstunde für die Verarbeitung und Aneignung des Stoffes ergibt sich eine vertretbare Wochenbelastung von maximal 45 Stunden.

Bei der Aufstellung des Stundenplanes wurde sehr darauf geachtet, eine gleichmässige Verteilung der Unterrichtsstunden auf die verschiedenen Semester zu erlangen. Es wurde sogar eine stundenmässig leichte Abnahme der Belastung von den unteren zu den oberen Semestern angestrebt. Nur in der Propädeutik (1. und 2. Semester) anerkannte man eine leichte Überschreitung des Richtwertes von 34 Stunden/Woche als angemessen, da in dieser Stufe gewisse Vorlesungen für den Durchschnittsstudenten teilweise eine Wiederholung des Mittelschulprogrammes darstellen. Allerdings konnte diese Vorgabe für das 2. und 3. Semester nicht eingehalten werden (Physik-Wiedereinbau).

Die schriftlichen Arbeiten werden ebenfalls zur gesamten Studienbelastung gerechnet. Dabei sollen grundsätzlich Übungsaufgaben und Exkursionsberichte während der betreffenden Übungszeit ausgeführt werden. Semesterarbeiten sollen angemessen auf die verschiedenen Semester verteilt werden.

#### 4. 4 Die forstliche Zwischenpraxis

In der heutigen Rechtssituation ist die Organisation der Zwischenpraxis nicht Angelegenheit der Schule. Sie stellt aber für die Studierenden einen Reifungsprozess dar, der aus didaktischen Gründen für die Fortsetzung des Studiums positiv zu bewerten ist. Nach der Praxis sind die Studenten in der Regel besser motiviert, besitzen etwas Erfahrung und einen breiteren Horizont. Es besteht auch die Möglichkeit, während der Praxis gewisse Lernziele nachzuholen, die im Rahmen eines Normalstudienplanes kaum erreicht werden können, so zum Beispiel die Routine bei der Erarbeitung von technischen Projekten, Baustellenaufsicht, Festlegung von Pflegeanweisungen (Anzeichnungen) usw.

Aus diesen Gründen ist die Zwischenpraxis beizubehalten. Ihre Plazierung nach dem 6. Semester ist angemessen. Eine allenfalls in Frage kommende Verschiebung in die Zeit nach dem 7. Semester würde die wichtige Vertiefungsphase der oberen Semester allzu sehr einengen.

Das wiederholte Verlangen der forstlichen Praxis nach einer möglichst abgeschlossenen Fachausbildung der Studenten bei Praxisbeginn führte bisher zu einer allzu starken Belastung der 5. und 6. Semester. Diesem Wunsch wird künftig wegen der notwendigen Verlagerung des Lehrstoffes in die Nachpraxissemester nicht mehr voll entsprochen werden können. Die Schule wird aber in vermehrtem Mass den Kontakt mit der Praxis suchen, um durch eine bessere gegenseitige Information, durch die Formulierung von Lernzielen und durch die Mitgestaltung der Arbeitsprogramme diese Lernperiode möglichst fruchtbar zu gestalten.

## **5. Die Gestaltung des Stundenplanes**

### *5. 1 Studiendauer*

Das Studium dauert nach wie vor 8 Semester. Die Diplomarbeit, mit der während des 8. Semesters begonnen wird, wird aber erst nach den mündlichen Schlussdiplomprüfungen abgegeben, was zu einem etwas späteren Abschluss führt (Abgabe der Diplomarbeit normalerweise am Ende des Kalenderjahres). Diese Praxis bewährt sich bereits bei verschiedenen Abteilungen der ETH.

### *5. 2 Gliederung des Unterrichtes*

Horizontal gliedert sich der Stundenplan auf in eine propädeutische Stufe (etwa 1. und 2. Semester), in die breite Stufe der Fachgrundlagen (etwa 3. bis 6. Semester) und in die Vertiefungsphase (7. und 8. Semester).

Selbstverständlich ist eine eindeutige Trennung dieser Stufen nicht möglich. Gewisse Grundlagen der Forstwirtschaft müssen von Studienbeginn an vermittelt werden als Basis für gewisse Fachgrundlagen, so zum Beispiel der Unterricht in Dendrologie für den anschliessenden Waldbauunterricht.

Vertikal ergibt sich die Sequenzierung des Lehrstoffes aus den Bedürfnissen von benachbarten, aufeinander aufbauenden Unterrichtsbereichen.

### *5. 3 Lehrziele und Unterrichtsformen*

Das Studium basiert auf einer soliden Grundausbildung in den propädeutischen Fächern sowie auf den Fachgrundlagen der Hauptdisziplinen Biologie, Ingenieurwissenschaften und Geisteswissenschaften.

Die Ausbildungsstufe der Propädeutik und der Fachgrundlagen hat primär den Charakter der Wissensvermittlung, wobei der Bezug zum Ökosystem Wald durch den Einbau einer genügenden Anzahl von Übungen (auch im Walde) besonders notwendig ist, weil die Studenten bei Studienbeginn oft überhaupt keine Beziehung zum Objekt Wald besitzen und dieses Verständnis von Grund auf vermittelt werden muss.

#### *Persönlichkeitsbildung und Entscheidungskraft*

Die Hochschulausbildung versteht sich nicht allein als reine Wissensvermittlung, sondern bezweckt die Persönlichkeitsbildung, die Förderung der Entscheidungsfähigkeit, die selbständige Arbeitsweise, das Einfügen in die Gesellschaft, die Fähigkeit zur Zusammenarbeit und nicht zuletzt die Vorbereitung zur permanenten Weiterbildung.

Mit fortschreitendem Ausbildungsstand sollen diese Ziele durch entsprechende Unterrichtsformen erreicht werden. Sie werden angestrebt durch den persönlichen Einsatz bei Semesterarbeiten sowie durch die Erarbeitung von Aufgaben und Projekten in der Gemeinschaft von Gruppen. Allerdings muss festgehalten werden, dass Gruppenarbeit eine starke Belastung nach sich zieht sowohl für die Vorbereitungsarbeiten als auch für die Betreuung bei der Durchführung. Diese Unterrichtsformen lassen sich mit den ge-

genwärtig verfügbaren Assistenten, die bereits jetzt durch den Unterricht stark belastet werden, nur bedingt realisieren. Der AR erachtet demnach, trotz des Personalstopps, eine zukünftige personelle Erweiterung als notwendig, um die gesteckten Ziele zu erreichen.

### *Blockunterrichtseinheiten*

Der Unterricht sollte auch die interdisziplinäre Arbeitsweise fördern unter Mitwirkung verschiedener Dozenten. Am besten lassen sich solche Ziele durch die Bildung von Blockunterrichtseinheiten erreichen.

Die Planung forstlicher Massnahmen auf der Stufe des Forstbetriebes stellt eine Verflechtung von Entscheidungen waldbaulicher, ökonomischer, politischer und technischer Art dar. Die forstliche Planung stellt die Synthese und Koordination der Entscheidungen und Massnahmen sicher. Dem Wunsch nach modernen didaktischen Grundsätzen und nach einer interdisziplinären Arbeitsweise könnte gerade in dieser Disziplin nachgekommen werden mit der gemeinsamen Erarbeitung eines Betriebsplanes in Gruppen. Eine Veranstaltung dieser Art wird als Blockunterrichtseinheit in einem zweiwöchigen Kurs im 6. Semester durchgeführt.

Neben den üblichen ganztägigen Übungen, die der Einarbeitung in die Materie dienen, ist vorgesehen, die folgenden drei Blockunterrichtseinheiten auszuscheiden und jeweils auf die zwei letzten Wochen der Sommersemester (4., 6. und 8. Semester) zu verlegen:

- |                 |  |
|-----------------|--|
| Im 4. Semester: | dreiwochiger Bau- und Vermessungskurs (eine Woche ausserhalb des Semesters) für die Ausarbeitung von Problemen im forstlichen Ingenieurwesen inklusive Seilkranttechnik, Baugeologie, Baustoffe.   |
| Im 6. Semester: | gruppenweiser Abschluss des Betriebsplanes unter gemeinsamer Führung der Dozenten in Waldbau, Forsteinrichtung und Holzernte sowie unter Bezug weiterer Fachdozenten. Diese zweiwöchige Veranstaltung ersetzt die bisherige waldbaulich-bautechnische Gebirgs-exkursion. |
| Im 8. Semester: | ist eine Schlussexkursion von 1 bis 2 Wochen als Abschluss und Synthese der Studienzeit unter Mitwirkung verschiedener Dozenten vorgesehen.  |

### *Vertiefungsphase*

Im 7. und 8. Semester geht es um die Verwertung und Vertiefung der während der Praxis erworbenen Erfahrungen, die Ergänzung der Ausbildung in speziellen Bereichen sowie um die Spezialisierung in einer Wahlfachrichtung. Der Unterricht fußt deshalb vermehrt auf Lehrveranstaltungen mit aktiver Teilnahme der Studenten: Seminare, Kolloquien, Exkursionen.

Neben den obligatorischen Veranstaltungen wird den Studenten nach freier Wahl ein Angebot von speziellen Vorlesungen im Rahmen der gewählten Wahlfachrichtung angeboten. Dieses Angebot entspricht einer Belastung von je 3 bis 4 Wochenstunden im 7. und 8. Semester.

- Holzkunde und Holztechnologie
- Forstliches Ingenieurwesen, Holzernte

- Waldbau
- Dendrologie sowie Vermehrung und Vererbung der Waldbäume
- Forstliche Standortskunde
- Forsteinrichtung und Ertragskunde
- Forstökonomie, Forstrecht, Forstpolitik
- ein Fach aus der Abteilung XII ausser jenen Veranstaltungen, die bereits im Normalstudienplan figurieren.

## *5. 4 Strukturierung des Stundenplans*

Die Gestaltung des Stundenplanes ist im Studienplan 1985 der Abteilung für Forstwirtschaft wiedergegeben. Diese Eingliederung berücksichtigt die Bedürfnisse des Unterrichtsablaufes, die Koordination zwischen den aufeinander aufbauenden Fächern und Nachbardisziplinen, die saisonalen Erfordernisse, die allgemeinen Lehrziele und die didaktischen Bedürfnisse. Die Sequenzierung und Gestaltung erfolgt gemäss dem Prinzip einer möglichst ausgewogenen Belastung. Die inhaltliche Abstimmung des Lehrstoffes des Dozenten mit Nachbargebieten soll eine Verpflichtung sein, die über die noch zu erbringende Umschreibung der Lehrinhalte hinausgeht.

Der Grundaufbau entspricht im grossen und ganzen der bisherigen Stundenplangestaltung mit verschiedenen Änderungen, welche in der Folge noch besonders begründet werden.

### *5. 4. 1 Phase der propädeutischen Ausbildung (1. und 2. Semester)*

Charakteristisch für diese Phase ist, dass der Lehrstoff durch Dozenten anderer Abteilungen der ETH dargeboten wird. Die meisten Lehrveranstaltungen sind abteilungsübergreifend, so dass nur begrenzte Möglichkeiten bestehen, auf den stundenmässigen Umfang und den inhaltlichen Aufbau solcher Vorlesungen Einfluss zu nehmen. Es kommt also nicht in Frage, in der Propädeutik auf die spezifischen Bedürfnisse des Forstingenieurs zugeschnittene Vorlesungen verlangen zu wollen. Wohl ist es möglich und auch nötig, die Anforderungen an die propädeutischen Fächer seitens unserer Abteilung zuhanden der entsprechenden Dozenten oder Institute klar und eindeutig zu formulieren.

Fächer wie allgemeine und spezielle Biologie (ohne den Teil Zoologie), Chemie, Entomologie, Pflanzenpathologie und Geologie/Petrographie sind für die forstliche Ausbildung von grosser Bedeutung und sollen im bisherigen Umfang beibehalten werden. Das Praktikum «Agrikulturchemie für Förster» kann gestrichen werden, da der Forstingenieur später kaum mit Laborarbeiten direkt konfrontiert wird. Die Exkursionen in forstlicher Entomologie sind in der Propädeutik zu streichen und in den oberen Semestern im Rahmen von interdisziplinären Seminaren über Fragen des Forstschutzes einzubauen.

Der Forstingenieur braucht eine solide, gute Ausbildung in Mathematik als Grundlage für verschiedene Bereiche: Ingenieurwissenschaften, Ertragskunde, Inventur, Ökonometrie, Standortskunde. Der Aufbau der Grundvorlesung Analysis wurde vor wenigen Jahren im Zusammenhang mit der Studienplanrevision der Abteilung für Landwirtschaft neu überarbeitet. Der Lehrstoff geht weit über das Mittelschulprogramm hinaus und ist als Einstieg in die Biometrie/Statistik sowie die Computertechniken konzipiert (Reihen,

Ungleichungen, Programmierung, Differenzengleichungen, Funktionen mehrerer Variablen). Diese Vorlesung entspricht auch den Bedürfnissen unserer Abteilung und stützt sich auf eine gute Autographie. Der Bedarf einer zusätzlichen mathematischen Ausbildung etwa in linearer Algebra ist nicht erwiesen, weder für den Einstieg in die Biometrie noch für die Computeranwendung. Eventuelle besondere Bedürfnisse können in der Vertiefungsphase entsprechend abgedeckt werden.

Automatik und Informatik dominieren heute alle Ingenieurwissenschaften und finden auch Anwendung in der Biologie und in den Geisteswissenschaften. Die Forstwirtschaft mit ihrer enormen Informationsfülle ist auf die elektronische Datenverarbeitung sehr angewiesen. Die Grundlagen des Umgangs mit Rechenanlagen gehören zur propädeutischen Ausbildung. Es herrscht sogar die Auffassung, dass dieser Stoff zum Mittelschulprogramm gehöre. Die vom Institut für Informatik angebotene Grundausbildung (Einsatz von Rechenanlagen) wird als unerlässlich betrachtet. Weitere besondere Lehrveranstaltungen im Bereich der Informatik können fachbereichentsprechend in der Vertiefungsphase der höheren Semester angeboten werden.

Zu den Grundlagen für die Forstökonomie und Forstpolitik zählt eine solide Grundausbildung in den Geisteswissenschaften. Zur bisher angebotenen Ausbildung in Volkswirtschaftslehre (welche bisher aus didaktischen Gründen in den höheren Semestern vermittelt wurde), gehört noch eine Grundausbildung in Betriebswirtschaftslehre.

#### *5. 4. 2 Phase der Fachgrundlagenausbildung*

Die Sequenzierung der Fachgrundlagenvermittlung erfolgt in Berücksichtigung der Hierarchie der aufeinander aufbauenden Fachgebiete sowie der Bedürfnisse für Übungen und Praktika.

Für die einzelnen Fachgruppen werden im folgenden die Lehrveranstaltungen und allfällige Änderungen gegenüber dem bisherigen Studienplan dargestellt:

##### *Standortkunde*

- Beibehaltung des Unterrichtes in Bodenkunde und Bodenphysik im bisherigen Umfang
- Einführung einer soliden Ausbildung in allgemeiner und praktischer Vegetationskunde (neue Vorlesungs- und Übungsstunden)
- Verbesserung des Lehrinhaltes in Klimatologie im Hinblick auf die ökologische Anwendung
- Möglichkeit zur interdisziplinären Lehrstoffvermittlung in Entwässerung
- Weiteres Angebot von Spezialvorlesungen in der Vertiefungsphase

##### *Dendrologie*

- Erweiterung der Vorlesung Vermehrung und Vererbung der Waldbäume mit besonderer Betonung der genetischen Aspekte
- Angebot von Spezialvorlesungen in der Vertiefungsphase (Züchtung der Waldbäume)

##### *Waldbau*

- Einführung einer Vorlesung in Geobotanik als Grundlage für die Waldökologie
- Verlagerung des Lehrinhalts der ehemaligen Waldkunde II auf die Waldökologie

- Obligatorium für die bestehende Vorlesung in Jagdkunde
- Interdisziplinäre Ausarbeitung eines Betriebsplanes als Blockunterrichtseinheit mit der Forsteinrichtung und der Holzernte (6. Semester)
- Konzentration des Faches Spezieller Waldbau im 7. Semester
- Angebot einer umfassenden Vorlesung in Gebirgswaldbau mit genügenden Exkursionsmöglichkeiten (8. Semester, 2tägige Exkursionen)

#### *Forsteinrichtung*

- Vermittlung der nötigen Grundkenntnisse der Statistik in der forstlichen Biometrie statt in einer besonderen Vorlesung
- Anpassung der Übungen in Dendrometrie
- Abstimmung des Unterrichtes zwischen Ertragskunde, Forsteinrichtung und Waldbau
- Gemeinsame Ausarbeitung eines Betriebsplanes mit dem Waldbau und der Holzernte als interdisziplinäre Blockunterrichtseinheit (6. Semester)
- Obligatorium der Vorlesungen in Fernerkundung
- Spezialvorlesungen in der Vertiefungsphase (Forstinventur)

#### *Holzkunde – Holztechnologie*

- Leichte Straffung des Unterrichtes
- Weiteres Angebot von Spezialvorlesungen in der Wahlfachrichtung

#### *Forstliches Ingenieurwesen*

- Reduktion der Übungen in Planzeichnen; Umbenennung in Projektgestaltung
- Reduktion der Übungen in Vermessungskunde
- Erweiterung des Unterrichtes in Wildbachverbauung und Lawinenverbau für die Vermittlung von Grundlagen
- Organisation einer interdisziplinären Lehrveranstaltung im Fach Grünverbau
- Gemeinsame Ausarbeitung eines Betriebsplanes mit dem Waldbau und der Forsteinrichtung als interdisziplinäre Blockunterrichtseinheit (6. Semester)

#### *Forstökonomie und Forstpolitik*

- Einführungsvorlesung in Betriebswirtschaftslehre
- Erweiterung des Unterrichts in Forstökonomie
- Obligatorium der Vorlesung in ländlicher Soziologie und Forstgeschichte

### *5. 4. 3 Die Vertiefungsphase*

In der Vertiefungsphase geht es sowohl um eine weitere Vertiefung der Fachkenntnisse wie auch um die Verwertung der Erfahrungen im Praktikum und deren Einbau in den Unterricht.

Zudem wird die Möglichkeit einer, allerdings bescheidenen, Spezialisierung in einer der sieben Wahlfachrichtungen der Abteilung geboten (Umfang 4 Wochenstunden im 7. Semester, 3 im 8. Semester). Die gewählte Richtung wird in der Schlussdiplomprüfung als Wahlfach geprüft. Die Wahlfachrichtung kann aber auch an der Abteilung XII belegt werden (gemäss Diplomprüfungsregulativ der ETH 414.132 Art. 6 Abs. 2).

Gewisse Problemkreise sollen in der Vertiefungsphase fachübergreifend behandelt werden können in Form von Seminarien oder Kolloquien, zu denen auch Referenten von ausserhalb der Abteilung zugezogen werden können. In diesem Rahmen vorgesehene Veranstaltungen sind:

Naturschutz (7. Semester): Hier sollen die Berührungs punkte(-flächen) zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft eingehender und in einer ganzheitlichen Art behandelt werden, so dass der Forstingenieur in die Lage versetzt wird, zwischen diesen Bereichen auftretende Spannungen zu analysieren, Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen und durch gegensätzliche Betrachtungsweise entstandene Missverständnisse zu beheben.

Forstschutz: Diese als Seminar vorgesehene Veranstaltung hat zum Ziel, die in unteren Semestern vermittelten Fachgrundlagen des Forstschutzes (Entomologie, Phytopathologie) zu vertiefen, sie in einen grösseren Zusammenhang mit den übrigen Fachgrundlagen zu stellen und damit eine praxisgerechte Synthese zu erreichen. Eine solche Synthese ist besonders heute von grosser Wichtigkeit, in einer Zeit, in der unsere Ökosysteme mannigfaltigen Gefährdungen komplexer Art ausgesetzt sind.

Entwicklungsländer: Dieses Seminar soll als empfohlene Veranstaltung in den Studienplan aufgenommen werden. Es bezweckt, das Verständnis für die forstlichen Probleme der Entwicklungsländer zu wecken, die Motivation zur Weiterbildung (zum Beispiel NADEL) und die Bereitschaft zur Arbeit in Projekten in der Dritten Welt zu fördern.

## 6. Das Prüfungswesen

Die Prüfungen bestehen aus:

- a) den Fachprüfungen, welche während der Prüfungssession abzulegen sind
- b) den Semesternoten, die aufgrund von Semesterarbeiten (schriftliche Arbeiten, Projekte) oder Überprüfungen während des Semesters erteilt werden.

Die Prüfungsstufen sind während des Studiums abzulegen; in der 1. Vordiplomprüfung (nach dem 2. Semester) werden die propädeutischen Fächer, in der 2. Vordiplomprüfung (nach dem 4. Semester) ein erster Teil der Fachgrundlagen geprüft, während in der Schlussdiplomprüfung der Nachweis der erfolgreichen Ausbildung zu erbringen ist.

Die Prüfungen können schriftlich, mündlich oder kombiniert durchgeführt werden; der Entscheid darüber obliegt dem zuständigen Dozenten. Den Kandidaten wird der Prüfungsmodus vor Ablauf der Anmeldefrist für die jeweilige Prüfung schriftlich mitgeteilt, zusammen mit den Prüfungsinhalten.

Für das genaue Prüfungsprogramm wird auf den Entwurf für ein neues Prüfungsreglement verwiesen.

### *Die Diplomarbeit*

Die Diplomarbeit erlaubt dem Studierenden, sich selbstständig der Lösung einer grösseren Aufgabe zu widmen und somit seine Fähigkeiten und seine Kreativität nachzuweisen. Gleichzeitig stellt dieses Unternehmen eine Möglichkeit dar, sich in eine Materie zu

vertiefen und Erfahrungen in der Lösung von komplexen Problemen zu sammeln. Die Diplomarbeit stellt einen der besten Nachweise des Lernerfolges dar.

Um die Arbeit sinnvoll zu gestalten, ist genügend Zeit einzuräumen, um eine zweckmässige Einteilung zwischen Vorbereitung, Felddaten, Auswertung und Redaktion zu ermöglichen. Dabei sollen die Prüfungsvorbereitungen aber nicht leiden, weshalb der Abgabetermin der Diplomarbeit nach der Prüfungssession angesetzt wird, ungefähr auf Ende des Kalenderjahres; für Repetenten und jene, die die Prüfung im Frühjahr absolvieren wollen, auf einen zeitlich entsprechend angepassten Termin. Während des 8. Semesters soll mindestens ein Tag pro Woche für Aussenaufnahmen freigehalten werden. Dies erlaubt, in Zukunft auch Themen zu bearbeiten, die bisher ausserhalb der Möglichkeiten lagen, weil für Aufnahmen der Zeitpunkt ungünstig (Schnee) oder die verfügbare Zeit zu knapp war.

Die Diplomarbeit kann grundsätzlich in einer der sieben Wahlfachrichtungen ausgeführt werden, wobei die Richtung der Diplomarbeit mit der Wahlfachrichtung, im Sinne der Lernfreiheit, nicht zwingend identisch zu sein braucht.

Der Fachprofessor der entsprechenden Fachrichtung ist Referent für die Diplomarbeit, und sie wird in der Regel von ihm geleitet. Er schlägt der Abteilungskonferenz das Thema sowie einen Koreferenten vor, der aus dem Kreis der Dozenten unserer Abteilung stammen muss. Falls es zweckmässig erscheint, kann die Leitung der Diplomarbeit von der Abteilungskonferenz auf Antrag des Referenten dem Koreferenten übertragen werden.

Referent und Koreferent einigen sich über die Bewertung der Diplomarbeit; sonst gilt als Note das arithmetische Mittel beider Bewertungen.

Anhang

**Studienplan 1985 der Abteilung für Forstwirtschaft<sup>2</sup>**

Semester/ Lehrveranstaltung	Semester-Wochenstunden				
	V	G	U	K R	Bk S
<b>1. Semester</b>					
Allgemeine Biologie I	3	2			01
Systematische Biologie I (Ohne Zoologieteil)	3	1			01
Waldkunde	1				01
Allgemeine Dendrologie	2				01
Chemie I	5				01
Grundzüge der Geologie und Petrographie	3	1			01
Analysis I	6	2			01
Volkswirtschaftslehre	3				01
Rechtslehre I	3				01
Kolloquien und Repetitorien zur Volkswirtschaft	1				E
Introduction à l'économie politique	2				E
Systematische Biologie I (Zoologieteil)	2	1			E
<b>2. Semester</b>					
Allgemeine Biologie II	3	2			01
Systematische Biologie II	2	2			01
Forstentomologie	2				01
Praktikum Forstentomologie		2			01
Physik I	3	1			02
Spezielle Dendrologie		3			01
Chemie II	3				01
Geologie der Schweiz	2	1			01
Forstliche Biometrie I		2			02
Einsatz von Rechenanlagen I	2	2			01
Betriebswirtschaftslehre	2				02
Rechtslehre II	2	1			01
Introduction à la politique économique	2				E
Droit civil	1		1		E
Botanische Exkursionen		2			E
Pflanzenbestimmen		1			E
<b>3. Semester</b>					
Physik II	3	1			02
Pflanzenpathologie	2	2			02
Waldökologie	2	2			02
Ökologie I (Geobotanik)	2				02
Vermehrung und Vererbung der Waldbäume	2				0S
Klimatologie	2				02
Einführung in die Pflanzensoziologie	1				02
Bodenkunde	2	1			02
Forstliche Biometrie II		2			02
Einsatz von Rechenanlagen II	2				02

<sup>2</sup> Erlassen vom Schweizerischen Schulrat durch Beschluss vom 11. September 1985.

## Semester/ Lehrveranstaltung

## Semester-Wochenstunden

	V	G	U	K R	Bk	*
				S		
Ertragskunde I		1				02
Dendrometrie I		1	2			02
Forstökonomie I		2				02
Forstliches Ingenieurwesen I		5				0S
Vermessungskunde I		2				02
Plangestaltung			1			02
Einführung in die Meteorologie	2					E
Droit civil			1	1		E
<i>4. Semester</i>						
Holzkunde I		1	1			02
Holzernte I	1					0S
Allgemeiner Waldbau I		3	4			02
Übungen in Bodenkunde/Pflanzensoziologie			4			02
Bodenphysik	2					02
Ertragskunde II		2				02
Dendrometrie II		2	2			02
Forstökonomie II		2				02
Forstliches Ingenieurwesen II		5				0S
Vermessungskunde II		6				02
Forstlicher Baukurs					3 Wo	0S
Geologisch-petrogr. Exk. mit Besprechungen			1			E
<i>5. Semester</i>						
Holzkunde II		2	2			0S
Holzernte II	1		3			0S
Allgemeiner Waldbau II	2		4			0S
Wildkunde	2					0S
Angewandte Pflanzensoziologie	1		1			0S
Forsteinrichtung I		1	2			0S
Forstökonomie III		2				0S
Forstpolitik I	1					0S
Forstliches Ingenieurwesen III		6				0S
Wildbach- und Hangverbau I	1					0S
Schneekunde und Lawinenverbau	2		½			0S
Bio IV: Allgemeine Mikrobiologie	2					E
Schweizerische Fischerei und Fischzucht	2					E
<i>6. Semester</i>						
Holztechnologie I		2	2			0S
Allgemeiner Waldbau III	2		4			0S
Pflanzensoziologie (Exkursionen und Übungen)			2			0S
Forstliche Bodenkunde		2	1			0S
Fernerkundung		1				0S
Forsteinrichtung II		2	2			0S
Forstgeschichte	2					0S
Forstökonomie IV			1			0S
Forstpolitik II	2					0S
Wildbach- und Hangverbau II	2		½			0S
Lawinenverbau II	1		½			0S
Kurs Betriebsplan					2 Wo	0S

Semester/ Lehrveranstaltung	Semester-Wochenstunden					
	V	G	U	K R	Bk	*
<i>7. Semester</i>						
Kolloquien Forstwirtschaft			1			0S
Holzkunde III		1				0S
Holzernte III	1		2			0S
Waldbau IV	2		4			0S
Jagdkunde	1					0S
Natur- und Landschaftsschutz	1					0S
Forsteinrichtung III		1	2			0S
Forstökonomie V		1				0S
Forstpolitik III		2				0S
Rechtsprobleme des Forstwesens I		2				0S
Ländliche Soziologie für Förster	1					0S
Forstliches Ingenieurwesen IV		1				0S
Holz im Bauwesen I		1				0S
Holzplantagen	1					D1,D2
Vegetation der Erde	2					D2,D4
AK aus der Forstgeschichte	1					D1,D3
Stichprobenerhebungen	1					D3
AK: über Erschliessung, Waldstrassenbau, Holzernte, Verbauungswesen		4				D5
Allgemeines Verwaltungsrecht	1					D7
Holzwirtschaftspolitik	2					D6,D7
Kolloquien in Holzwirtschaft			1			D6,D7
Seminar in Holzkunde und Holztechnologie			1			D6
Landesplanung I	1					D3,D7
Spezielle Holzkunde I		1				D6
AK aus der Dendrologie		1				D2
Quantitative Methoden der Standortskunde I	1		1			D4
Das aktuelle Wettergeschehen	1					D4
Arbeitsrecht	1					E
Übungen in Privatrecht			1			E
Grundbuch- und Vermessungsrecht			1			E
Alpmeliorationen	1					E
Geologische Aspekte der techn. Aufgaben			1			E
<i>8. Semester</i>						
Holzkunde und Holztechnologie	1					0S
Gebirgswaldbau	2		4			0S
Forstschutzseminar			2			0S
Forsteinrichtung IV	1	2				0S
Forstökonomie VI	1					0S
Forstpolitik IV	1					0S
Rechtsprobleme des Forstwesens II	2					0S
Grünverbau		2				0S
Schlussexkursion					1-2 Wo	0S
Seminar Probleme der Entwicklungsländer		2				D1,D2,D4,D7
Forstpflanzenzüchtung	2					D2,D4
Quantitative Methoden der Standortskunde II	1		1			D4
AK forstliches Ingenieurwesen	3					D5
Holz im Bauwesen II		1				D6
Seminare Holzkunde und Holztechnologie			1			D6

*Semester/ Lehrveranstaltung**Semester-Wochenstunden*

	V	G	U	K	Bk	*
			R			S
Probleme der Waldinventur	1					D3
Landesplanung: Spezialprobleme	1					D3,D7
Spezielle Holzkunde II		1				D6
AK im Waldbau			2			D1
AK der Forsteinrichtung			2			D3

Fachtypenbezeichnung:

- V Vorlesung  
 G Vorlesung mit Übungen  
 U Übungen (Exkursionen)  
 K Kolloquien  
 R Repetitorien  
 S Seminarien  
 Bk Block-Unterricht

Bezeichnung in der mit \* bezeichneten Spalte:

- 01 Obligatorisch für 1. Vordiplom  
 02 Obligatorisch für 2. Vordiplom  
 0S Obligatorisch für Schlussdiplom  
 E Empfohlen

D1–D7 Prüfungsstoff für die entsprechende Richtung:

- D1 Wahlfachrichtung Waldbau  
 D2 Wahlfachrichtung Dendrologie  
 D3 Wahlfachrichtung Forsteinrichtung  
 D4 Wahlfachrichtung forstliche Standortskunde  
 D5 Wahlfachrichtung forstliches Ingenieurwesen  
 D6 Wahlfachrichtung Holzkunde und Holztechnologie  
 D7 Wahlfachrichtung Forstökonomie und Forstpolitik

## **Witterungsbericht vom Dezember 1985**

**Zusammenfassung:** Der Dezember war in den meisten Gebieten der Schweiz sehr sonnig und bis auf wenige Tage auch ausgesprochen mild. Die Erwärmung setzte schon anfangs Monat kräftig ein und führte vor allem in den höheren Lagen zu beachtlich überdurchschnittlichen Temperaturen. Unter Föhneinfluss wurden am 5. Dezember in den Tälern der Zentral- und Ostschweiz auch relativ hohe Tagesmaxima, nämlich bis zu 22 Grad, gemessen. Für die mittleren und die höheren Lagen des Juras und der Alpen resultiert im Monatsmittel ein recht bedeutender Wärmeüberschuss von 3 bis 4 Grad. In den Föhntälern Graubündens und der Ostschweiz sind die positiven Abweichungen stellenweise noch grösser. Die Monatsmittel der restlichen Gebiete liegen mehrheitlich 1 bis 2 Grad über der Norm.

Die Niederschlagsmengen erreichten nur im westlichen Teil der Voralpen, zwischen Moléson und Napf, sowie im Puschlav, Bergell und Südtessin normale Werte. Alle übrigen Regionen verzeichneten Defizite. Die Fehlbeträge blieben aber im Jura, im Mittelland und im mittleren Tessin grösstenteils unter 30 Prozent. Hingegen erhielt ein Grossteil der Alpen erheblich unternormale Mengen. Mit nur 10 bis 20 Prozent der mittleren Dezembersumme waren das Bündner Oberland, das Glarnerland und die südlichen Wallisertäler am trockensten.

Wegen der kleinen Zahl von Tagen mit Nebel oder Hochnebel erreichte die Sonnenscheindauer in den Niederungen der Alpennordseite teilweise aussergewöhnliche Werte. Für Zürich war es mit 89 Stunden der sonnenreichste Dezember seit mehr als hundert Jahren. Auch im Jura und weiten Teilen der Alpen lag die Besonnung beträchtlich über der Norm. Dagegen blieben die Sonnenstunden in der Südschweiz etwas unter dem vieljährigen Durchschnitt.

## Klimawerte zum Witterungsbericht vom Dezember 1985

## Schweizerische Meteorologische Anstalt

Station	Lufttemperatur in °C		Bewölkung		Niederschlag		Gewitter <sup>4</sup>															
	Monatsmittel	Abweichung vom Mittel 1901-1961	heiter	trüb <sup>1</sup>	Summe in mm	Grösste Tag.menge in mm																
Zürich SMA .....	556	3,6	14,4	4.	-5,3	30.	78	89	110	66	1	12	3	69	95	32	28.	8	5	0		
Tänikon/Aadorf .....	536	2,7	3,3	16,4	4.	-11,4	30.	84	71	108	74	1	13	5	61	73	31	28.	8	2	0	
St. Gallen .....	779	3,8	4,3	15,4	3.	-8,9	30.	73	75	121	72	0	14	8	37	57	9	10.	8	5	0	
Basel .....	316	4,0	2,7	12,6	3.	-6,0	31.	81	69	101	72	3	15	4	41	82	18	25.	5	3	0	
Schaffhausen .....	437	1,9	1,8	9,6	6.	-6,3	30.	87	52	103	71	0	14	7	54	85	18	28.	8	6	0	
Luzern .....	456	2,4	2,0	12,3	6.	-5,6	30.	84	87	120	58	4	7	0	54	89	22	25.	6	5	0	
Buchs-Suhr .....	387	2,4	1,6	12,0	5.	-6,3	30.	85	59	93	80	0	16	6	54	75	20	28.	7	3	0	
Bern .....	570	1,7	2,2	11,1	5.	-5,2	22.	86	82	113	63	3	12	4	79	121	39	28.	8	2	0	
Neuchâtel .....	485	3,3	2,2	11,6	5.	-4,4	31.	84	50	93	78	1	18	10	61	73	26	25.	5	1	1	
Chur-Ems .....	555	3,9	4,1	17,6	5.	-5,2	31.	66	110	128	52	4	5	0	20	40	9	29.	8	1	0	
Disentis .....	1190	2,0	3,3	14,5	4.	-9,3	31.	61	94	138	54	6	9	2	13	14	6	10.	5	10	0	
Davos .....	1590	-1,6	2,8	11,9	5.	-13,3	30.	69	128	161	54	4	7	3	29	43	11	29.	6	13	0	
Engelberg .....	1035	0,8	2,5	13,6	4.	-13,2	31.	74	49	101	49	6	6	4	37	36	12	29.	8	8	0	
Adelboden .....	1320	1,6	2,5	17,6	4.	-13,3	31.	72	102	141	46	10	7	5	49	52	18	25.	7	10	0	
La Frêta .....	1202	2,2	3,3	16,7	3.	-10,9	30.	69	109	120	-	-	-	-	-	77	59	43	28.	8	-1	1
La Chaux-de-Fonds .....	1018	1,4	2,6	15,2	4.	-12,7	29.	77	101	123	57	6	9	5	65	55	24	25.	10	8	1	
Samedan/St. Moritz .....	1705	-6,1	3,5	7,8	17.	-25,8	12.	74	123	166	52	4	8	0	14	29	3	10.	7	10	0	
Zermatt .....	1638	-0,9	3,3	12,7	5.	-10,9	12.	57	98	148	33	15	4	2	10	18	5	25.	5	6	0	
Sion .....	482	0,9	1,8	16,1	5.	-8,0	18.	81	75	118	44	10	5	1	41	69	19	25.	6	1	1	
Piotta .....	1007	2,1	2,8	12,1	17.	-4,4	23.	67	9	52	50	8	9	0	39	45	12	28.	11	6	0	
Locarno Monti .....	366	5,7	2,0	19,9	16.	-0,6	12.	69	99	112	54	8	12	10	58	62	18	28.	10	2	0	
Lugano .....	273	5,5	2,5	16,2	19.	0,3	23.	78	92	99	60	4	13	0	76	83	21	28.	11	1	0	

<sup>1</sup> heiter: < 20%; trüb: > 80%

<sup>2</sup> Menge mindestens 0,3 mm

<sup>3</sup> oder Schnee und Regen      <sup>4</sup> in höchsten 3 km Distanz