

# Gebirgswaldbau – vom finanziellen Rückgrat der Berggemeinden zum Risikomanagement

MONIKA FREHNER

**Keywords:** Mountain forests; mountain silviculture; financial return; risk management; Switzerland. FDK 2 : 519.873\*1 : (23) : (494)

Die Ansprüche an den Gebirgswald und die Rahmenbedingungen für die Bewirtschaftung wie Arbeitskosten und Holzpreise haben sich in den letzten Jahrzehnten sehr stark verändert. Im Folgenden werden die wichtigsten Entwicklungen seit der Einsetzung von Jean-Philippe Schütz als Waldbauprofessor an der ETH Zürich dargestellt, dabei liegt der Schwerpunkt auf der Lehre und deren Umsetzung in die Praxis.

## Situation vor 1980

An der ETH wurde die Behandlung der Gebirgswälder im Rahmen des «normalen» Waldbaus gelehrt. In der Praxis waren viele gute Waldbauer am Werk, die auf Grund von Beobachtung, einer guten Intuition und Erkenntnissen aus der Wissenschaft zielführende Eingriffe vornahmen. Dokumentiert ist das z.B. im Beiheft 5 des Bündnerwaldes (CAMPELL *et al.* 1955). Der Wald war das wirtschaftliche Rückgrat vieler Berggemeinden. Die Schutzfunktion der Wälder war vor allem direkt oberhalb der Dörfer wichtig. Es gab nur wenig fachlichen Austausch zwischen den Kreisförstern der verschiedenen Kantone. Noch heute kann in einigen Regionen der waldbauliche Stil der ehemaligen Kreisförster am Wald abgelesen werden, einige haben in der subalpinen Stufe die natürlichen Rottenstrukturen bei den Eingriffen gefördert, andere haben nach dem Prinzip der Auslesedurchforstung aus dem Qualitätswaldbau die Rotten aufgelöst und einzelne Bäume herausgepflegt. In solchen Beständen ist gegenwärtig eine flächende-

ckende, dichte Krautschicht vorhanden, die Naturverjüngung ist sehr schwierig und fast nur noch auf Moderholz möglich.

Die Ansprüche an die Schutzfunktion der Wälder nahmen zu, ebenso die Arbeitskosten. Der mangelnde Erfahrungsaustausch wurde erkannt und deshalb erteilten das Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz, die Konferenz der Forstdirektoren sowie die Kantonsoberrösterkonferenz dem Unterengadiner Kreisförster Nicolin Bischoff 1979 den Auftrag für das Projekt Gebirgswaldpflege. Dieser lautete, innerhalb von fünf Jahren eine Methodik zur Bewirtschaftung und Pflege der schweizerischen Gebirgswälder zu entwickeln, didaktisches Material dazu bereitzustellen und den Forstdienst zu beraten.

## Lehre in Gebirgswaldbau an der ETH

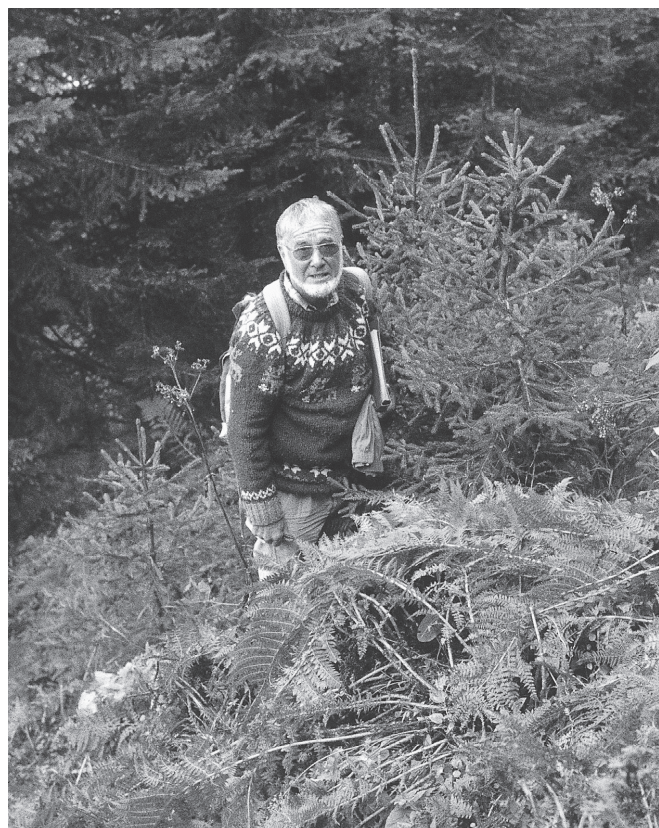
1980 bekam PD Dr. Ernst Ott von Prof. Dr. Schütz den Auftrag, Vorlesungen und Übungen zum Thema Gebirgswaldbau zu halten. Mit der Studienplanrevision von 1994 konnte der Unterricht in Gebirgswaldbau noch ausgebaut werden. Nach der Pensionierung von Ernst Ott übernahm Dr. Monika Frehner 1999 den Lehrauftrag für Gebirgswaldbau. Es entstanden folgende Dissertationen zum Thema Gebirgswald, oft auf Grund von konkreten Fragestellungen aus der Praxis: LINGG 1986, LÜSCHER 1990, BRANG 1996, STROBEL 1997, DIACI 1997, FILLBRANDT 2000 und FREHNER 2002, zudem mehr als zehn Diplomarbeiten.

Ernst Ott verfasste viele Publikationen, er arbeitete eng mit dem Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) zusammen, und gemeinsam mit Hans Imbeck erforschte er die verjüngungsökologischen Bedingungen in schlitzförmigen Bestandesöffnungen im Lusiwald (IMBECK & OTT 1987). Auch ins Ausland waren die Kontakte intensiv, besonders nach Frankreich, Italien, Österreich, Deutschland und Slowenien. So arbeitete er z.B. bei der zweiten Auflage des Gebirgswaldbaubuches von Prof. Dr. Dr. h.c. Hannes Mayer aus Wien mit (MAYER & OTT 1991). 1997 fasste er seine Erfahrungen und Erkenntnisse in Zusammenarbeit mit Ernst Zeller (Nachfolger von N. Bischoff im Projekt Gebirgswaldpflege und Direktor der Försterschule Maienfeld) sowie Mitautoren (Frehner, M., Frey, H.U., Lüscher, P.) im Buch Gebirgswaldwälder (OTT *et al.* 1997) zusammen.

Um in engem Kontakt mit den praktischen Problemen zu bleiben und als Ort für Forschungsarbeiten wurde 1973 der Lehrwald Sedrun von Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Leibundgut gegründet. Von 1973 bis 1998 betreute Ernst Ott diesen Lehrwald, seit 2000 wird er von Prof. Dr. Harald Bugmann, von der Fachstelle Gebirgswaldpflege (Raphael Schwitter) und vom Amt für Wald Graubünden betreut (Abbildung 1).

## Entwicklungen in der Praxis, Entstehung der Gebirgswaldpflegegruppe

Anfang der 1980er Jahre arbeitete Ernst Ott im Integralprojekt Goms mit, das Prof. Viktor Kuonen und Danilo Zuffi im Goms im Forstkreis von Klaus Walther durchführten. Daniel



**Abbildung 1:** Ernst Ott im Lehrwald Sedrun (1998).  
Alle Fotos: M. Frehner.



Schönbächler beurteilte die Stabilität der Wälder mit Hilfe der Checkliste von LANGENEGGER (1979). In diesem Projekt wurde klar, dass die Erwartungen an die Schutzwirkung der Wälder stark gestiegen sind. In den 1950er Jahren wurde noch allgemein akzeptiert, dass Dorfbewohner wegen Lawengefahr ihre Dörfer monatelang nicht verlassen konnten, mit dem aufkommenden Tourismus und dem vermehrten Arbeiten ausserhalb der Dörfer wurden sichere Verkehrsverbindungen immer wichtiger. Das bedeutete, dass nicht nur die oberhalb von Dörfern gelegenen Wälder Schutzwaldpflege benötigten, sondern auch jene oberhalb der wichtigen Verbindungsstrassen und der Bahnlinien. Zudem konnte die Erschliessung und in schwierigen Flächen auch die Waldpflege nicht mehr vom Holzerlös alleine finanziert werden.

Zur gleichen Zeit besuchte N. Bischoff im Rahmen des Projektes Gebirgswaldpflege viele Kollegen (Abbildung 2). Eine Synthese seiner Erfahrungen verfasste er im Schlussbericht des Projektes (BISCHOFF 1984).

Bei diesen Projekten wurde klar, dass der Erfahrungsaustausch zwischen Praktikern, Lehre und Wissenschaft nachhaltig verbessert werden musste. Die «Viererbande» Dr. Leo Lienert (Kantonsoberrforster Obwalden, 1. Präsident der GWG), Nicolin Bischoff, Ernst Zeller und Ernst Ott gründeten deshalb im Jahr 1984 die Schweizerische Gebirgswaldpflegegruppe (GWG). Vertreter aus den Gebirgskantonen, der Lehre und Forschung trafen sich in Grabs, um im Wald an konkreten Objekten über Ziele und Eingriffe zu diskutieren. Seither trifft sich die GWG regelmässig im Sommer und Winter, die Objekte der Sommertagung werden seit 1986 dokumentiert (Abbildung 3). Die GWG dient einerseits dem Erfahrungsaustausch, andererseits nimmt sie auch Stellung zu wichtigen Themen (z.B. Wald-Wild, Sturmschäden, Finanzen, Waldgesetz).

Die Rahmenbedingungen für die Forstbetriebe haben sich seit damals weiter verändert. 1990 verursachte der Sturm Vivian grosse Schäden im Gebirgswald, die Holzpreise sanken, die Holzerntekosten stiegen. 1999 verursachte der Sturm Lo-



**Abbildung 3: GWG-Sommertagung 1998 in Obwalden.**

Von links nach rechts: Ernst Zeller (Leiter der Fachstelle Gebirgswaldpflege, Direktor der Försterschule Maienfeld), Dr. Leo Lienert (Kantonsoberrforster Obwalden, 1. Präsident der GWG), Roland Métral (Kreisförster im Wallis, 3. Präsident der GWG), Jürg Walcher (Kreisförster im Kanton Glarus, 2. Präsident der GWG), PD Dr. Ernst Ott (ETH Zürich).

thar erneut grosse Schäden, diesmal war auch das Mittelland stark betroffen. Die Holzpreise sanken erneut. Im Mittelland konnten teilweise die Holzerntekosten mit modernen Geräten wie Vollerternern reduziert werden. Im Gebirge können die neuen Maschinen wegen den steilen Lagen und der teilweise schlechten Basiserschliessung nur beschränkt eingesetzt werden. Im Jahr 2005 ist es im Gebirge nur noch in Ausnahmefällen möglich, einen «schutzwaldgerechten» Holzschlag kostendeckend auszuführen.



**Abbildung 2: GWG-Sommertagung 1987 in Ambri mit Referent Nicolin Bischoff.**



## Projektwesen: vom Einzelprojekt zum Risikomanagement

Bis Mitte der 1980er Jahre wurde die Pflege des Gebirgswaldes nur indirekt über die Subvention von Erschliessungskosten unterstützt. Dies genügte aber nicht mehr, die Ansprüche an den Wald nahmen zu und die Holzschläge wurden immer öfter defizitär. Dank der Motion Lauber konnten ab Mitte der 80er Jahre in Schutzwäldern Waldbauprojekte («Lauberprojekte») durchgeführt werden.

1991 trat ein neues Waldgesetz in Kraft. In diesem werden die Schutzwälder in Wälder mit besonderer Schutzfunktion (Waldbau C, Schutz von Menschenleben und erheblichen Sachwerten) und in Wälder mit Schutzfunktion (Waldbau B) eingeteilt. Im Waldbau B wird nach Gesetz eine «minimale Pflege» unterstützt. Unter dem Modulleiter Ernst Zeller hatten Brächt Wasser und Monika Frehner den Auftrag, diese «minimale Pflege» zu definieren. Unterstützt wurden sie dabei von Ernst Ott, Hans-Ulrich Frey, der GWG und vielen weiteren Kollegen aus der Forschung. Nach intensiven Diskussionen an GWG-Tagungen und mit Wissenschaftlern wurde 1996 die Wegleitung minimale Pflegemassnahmen publiziert (WEGLEITUNG 1996). Die Wegleitung baut auf zwei wichtigen Elementen auf: erstens wird im Gelände nicht nur der momentane Waldzustand beurteilt, sondern auch die vermutete Entwicklung ohne Eingriffe während der nächsten 10 und 50 Jahre. Zweitens sind für die verschiedenen Standortstypen und Naturgefahren Anforderungsprofile definiert. Die Entwicklung des Bestandes wird mit dem Anforderungsprofil verglichen, dieses dient als Messlatte, um zu entscheiden, ob ein Handlungsbedarf besteht. Da dieses Verfahren aufwändig ist, wird es nur auf repräsentativen Weiserflächen durchgeführt. Der Bund hat die Anwendung dieser Wegleitung im Kreisschreiben 8 empfohlen.

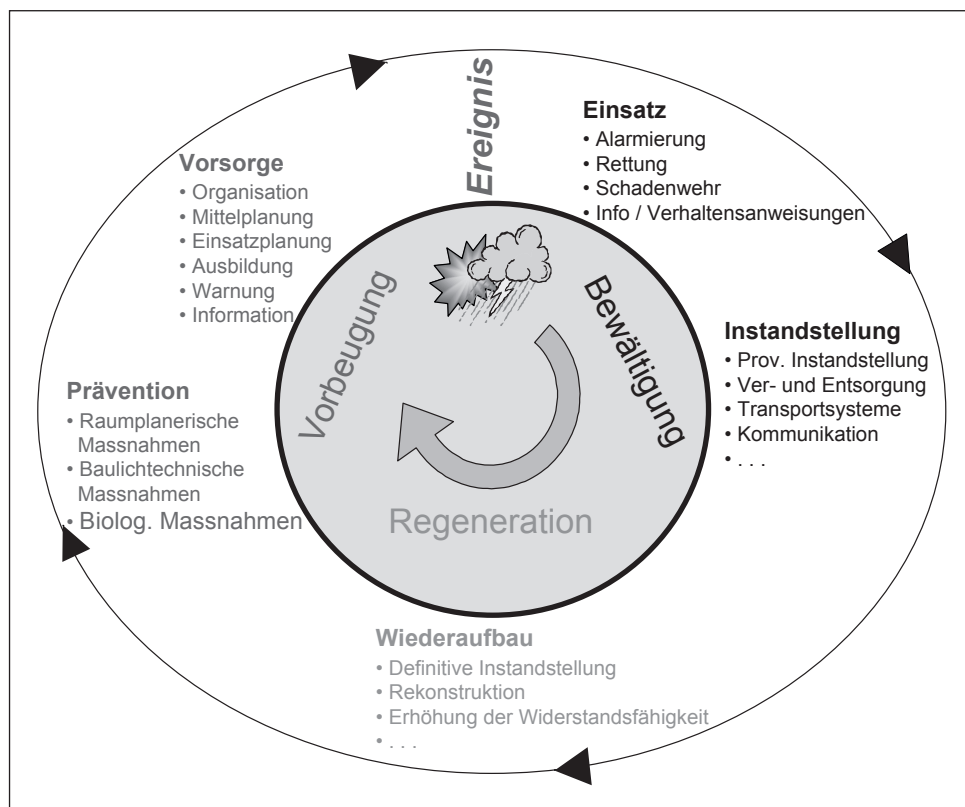
Immer mehr wurde klar, dass an vielen Orten ein zu hoher Verbiss durch Schalenwild das Aufkommen der jungen Bäume stark erschwerte oder sogar verhinderte. Besonders die Tanne, eine Baumart, die im Schutzwald wegen ihren tiefen Wurzeln und der Verjüngung im Schatten wichtig ist, kann an vielen

Orten wegen Verbiss nicht mehr aufwachsen. Im Kreisschreiben 21 schreibt der Bund vor, dass die Kantone bei der Jagd einen angemessenen Anteil weiblicher Tiere und Jungtiere schiessen lassen sollen und zudem, auf welchen Flächen ein Konzept zur Verhütung von Wildschäden erstellt werden muss.

Besonders bei den Anforderungsprofilen betreffend Naturgefahren waren bis 1996 als Grundlage nur wenig erhärtete Fakten vorhanden, vieles stützte sich auf die Erfahrung von Spezialisten. Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal) förderte deshalb verschiedene Projekte, die den Wissenstand verbesserten, z.B. eine Analyse der Rutschungen beim Unwetter von Sachseln (RICKLI 2001) oder eine Untersuchung zur Waldwirkung bei Hochwasser (ZÜRCHER 2003).

In den Jahren von 2000 bis 2004 wurde die Wegleitung von 1996 erweitert und ergänzt, unter der Projektleitung von Raphael Schwitter hat Brächt Wasser den Teil Erfolgskontrolle überarbeitet, Monika Frehner den Teil über minimale Pflegemassnahmen. Die Arbeit wurde wieder in enger Zusammenarbeit mit Praxis und Wissenschaft durchgeführt. Die neue Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» (FREHNER *et al.* 2005) ist in den Schutzwäldern der ganzen Schweiz anwendbar. Die Grundideen wurden von der Wegleitung 1996 übernommen, die neuen Forschungsergebnisse und Erfahrungen eingearbeitet und die Anforderungsprofile Naturgefahren neu kommentiert. Die Erfolgskontrolle wurde erweitert, auf der Weiserfläche werden Etappenziele festgelegt, die im Rahmen der Wirkungsanalyse überprüft werden. Periodisch soll eine Zielanalyse durchgeführt werden, dabei sollen die neusten Erkenntnisse und Erfahrungen in die Anforderungsprofile eingearbeitet werden. Mit dem Verfahren werden die Entscheide transparent und nachvollziehbar dargestellt, das erleichtert einerseits die fachlichen Diskussionen an konkreten Objekten, andererseits ist es eine gute Grundlage für Öffentlichkeitsarbeit.

Neu wird der Bund bei von ihm unterstützten Projekten im Schutzwald die Anforderungsprofile und die Wirkungsanalyse verbindlich erklären.



**Abbildung 4: Planat-Strategie: alle Möglichkeiten nutzen. Schutzwaldpflege ist eine wichtige biologische Präventionsmassnahme.**

Am 18. Mai 2005 beschloss der Bundesrat den Planat-Synthesebericht «Strategie Naturgefahren Schweiz» (PLANAT 2005). Dieser setzt folgende übergeordnete Ziele im Umgang mit Risiken aus Naturgefahren:

- Ein akzeptiertes Sicherheitsniveau nach einheitlichen Kriterien gewährleisten;
- Vorhandene Risiken vermindern und neue Risiken vermeiden;
- Mittel für die Reduktion der Risiken effektiv und effizient einsetzen.

Zur Erreichung dieser Ziele gibt es verschiedene Massnahmenarten im Zusammenhang mit Naturereignissen: Einsatz, Instandstellung, Wiederaufbau, Prävention und Vorsorge (*Abbildung 4*). Es sind jeweils die wirksamsten und effizientesten Massnahmen auszuwählen. Die Prävention umfasst raumplanerische, baulich-technische und biologische Massnahmen (inklusive Schutzwaldpflege).

Innerhalb dieses Risikomanagements ist die Schutzwaldpflege eine wichtige Präventionsmassnahme. Um zu entscheiden, ob in einem konkreten Wald wegen dem Schutz vor Naturgefahren eingegriffen werden soll, müssen folgende Faktoren abgeklärt werden:

- Welche Objekte schützt der Wald vor welcher Naturgefahr? Diese Grundlagen erarbeitet der Bund derzeit im Rahmen von Silvaprotext.
- Welche Schutzwirkung hat der Wald? In der Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» ist das aktuelle Wissen zu dieser Frage zusammengestellt (FREHNER *et al.* 2005). Eine quantitative Angabe der Schutzwirkung des Waldes ist aber oft noch nicht genau möglich (z.B.: wie viele Steine werden durch den Wald aufgehalten? Wie verändert sich der Abflusskoeffizient dank der Bewaldung und der Waldpflege?). Dies ist aber auch bei anderen Massnahmen oft noch nicht möglich. Im Rahmen der Zielanalyse können neue Erkenntnisse in die Wegleitung eingebaut werden.
- Kann die Schutzwirkung mit Massnahmen verbessert werden? In der Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» sind jene Standortstypen bezeichnet, in denen die waldbaulichen Möglichkeiten zur Beeinflussung der Schutzwirkung grundsätzlich klein sind (z.B. in einem Arvenwald mit maximal 10 m hohen Bäumen). Zusätzlich sind jene Standortstypen ausgeschieden, bei denen die Wirkung von waldbaulichen Eingriffen auf die Speicherfähigkeit des Bodens gross ist, diese sind bei der Naturgefahr Hochwasser wichtig. Das heisst, je nach Kombination von Standortstyp und Naturgefahr ist das Potenzial für waldbauliche Massnahmen ersichtlich. Mit dem Vergleich der Anforderungsprofile mit dem heutigen Zustand und der Entwicklung ohne Eingriffe können Massnahmen transparent und nachvollziehbar hergeleitet werden. Mit der Wirkungsanalyse kann die Wirkung der Massnahmen überprüft werden.
- Ist ein Eingriff im Wald kostengünstig im Vergleich zu anderen Massnahmen? Diese Frage kann beantwortet werden, indem die Kosten der Waldpflege, die nach der Wegleitung «Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald» hergeleitet werden, mit alternativen Massnahmen verglichen werden. Falls es günstigere Massnahmen mit vergleichbarer oder besserer Schutzwirkung gibt, ist die waldbauliche Massnahme nicht verhältnismässig und wird gemäss dem Beurteilungsverfahren nicht ausgeführt. Dabei ist immer auch zu berücksichtigen, dass der Wald in Bezug auf die Naturgefahren Lawinen, Steinschlag, Rutschung und Hochwasser einen multifunktionalen Schutz bietet, die technischen Massnahmen hingegen meistens auf eine einzige Naturgefahr fokussiert sind.

Oft sind Kombinationen von waldbaulichen Massnahmen und anderen Massnahmen am effektivsten und effizientesten.

Seit dem Waldgesetz von 1991 konnten und können auch Naturschutzmassnahmen im Wald von Bund und Kanton unterstützt werden. Im Gebirge entstanden in diesem Zusammenhang vor allem grössere Projekte zur Verbesserung des Lebensraumes des Auerhuhnes.

## Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten haben sich die Rahmenbedingungen bei der Pflege des Gebirgswaldes grundsätzlich geändert. Die Holzproduktion wurde aus finanzieller Sicht immer weniger lohnend, dafür nahmen die Ansprüche der Allgemeinheit an den Wald stark zu, vor allem in Bezug auf die Schutzwirkung. Der Aufsatz gibt einen Überblick über die wichtigsten Entwicklungen seit der Einsetzung von Prof. Dr. Jean-Philippe Schütz an der ETH Zürich als Waldbauprofessor. Dabei werden folgende Schwerpunkte betrachtet: erstens die Lehre an der ETH, seit 1980 wird an der ETH von Professor Schütz Gebirgswaldbau unterrichtet. Zweitens die Umsetzung in der Praxis, diese wird seit 1984 durch die Schweizerische Gebirgswaldpflegegruppe gefördert und drittens die Entwicklungen im Projektwesen.

## Résumé

### Sylviculture de montagne – d'une source de revenus pour les communes à la gestion des risques

Les conditions cadres des soins aux forêts de montagne ont fondamentalement changé au cours des dernières décennies. La production de bois est de moins en moins rentable, alors que les attentes de la collectivité envers la forêt ne cessent de croître, avant tout en matière de protection. L'article donne un aperçu des principales évolutions depuis l'entrée en fonction du Prof. Dr. Jean-Philippe Schütz à la Chaire de sylviculture de l'EPF de Zurich. Les points forts suivants ont été relevés: premièrement, l'enseignement à l'EPFZ, où le professeur Schütz donne des cours de sylviculture de montagne depuis 1980. Deuxièmement, la mise en œuvre dans la pratique, qui est soutenue depuis 1984 par le Groupe suisse de soins aux forêts de montagne, troisièmement, l'évolution au niveau des projets.

*Traduction:* CLAUDE GASSMANN

## Summary

### Mountain forest management: risk management of the financial backbone of mountain communities

Over the past decades the framework conditions pertaining to the care of mountain forests have changed radically. Wood production has become less and less profitable whereas public demands placed on the forest have grown considerably, particularly with regard to its protective function. The paper gives an overview of the most important developments since the appointment of Jean-Philippe Schütz at ETH Zurich as professor of silviculture. We concentrate on the following issues; firstly the teaching of mountain silviculture, which has been carried out since 1980 by Professor Schütz. Secondly, implementation, which since 1984 has been fostered by the Swiss Mountain Silvicultural group and, thirdly, developments with regard to projects.

*Translation:* ANGELA RAST-MARGERISON

## Literatur

- BISCHOFF, N. 1984: Begründung und pflegliche Nutzung von Gebirgswäldern. Ein Lesebuch als Leitfaden.
- BRANG, P. 1996: Experimentelle Untersuchungen zur Ansamungsökologie der Fichte im zwischenalpinen Gebirgswald. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Beiheft 77, 375 S.
- CAMPELL, E.; KUOCH, R.; RICHARD, F.; TREPP, W. 1955: Ertragsreiche Nadelwaldgesellschaften im Gebiet der schweizerischen Alpen, unter besonderer Berücksichtigung Graubündens. Bündnerwald, Beiheft 5, 104 S.
- DIACI, J. 1997: Experimentelle Felduntersuchungen zur Naturverjüngung künstlicher Fichtenwälder auf Tannen-Buchenwaldstandorten (*Homogy sylvestris Fagetum*) in den Savunja-Alpen (Slowenien) mit besonderer Berücksichtigung der Ansamungsphase und unter dem Einfluss der Faktoren Licht, Vegetation, Humus und Kleinsäuger. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Beiheft 80.
- FILLBRANDT, T. 2000: Strukturentwicklung gepflanzter Fichtenkollektive (Rotten) in der hochmontanen und subalpinen Stufe. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Beiheft 87.
- FREHNER, M. 2002: Untersuchungen über den Einfluss unterschiedlicher Kleinstandorte und der Pflanztechnik auf Fichtenpflanzungen in subalpinen Lawinenschutzwäldern. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Beiheft 92.
- FREHNER, M.; WASSER, B.; SCHWITTER, R. 2005: Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Hrsg. vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal). Vollzug Umwelt. Bern. 564 S.
- IMBECK, H.; OTT, E. 1987: Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der Schneeablagerung und Lawinenbildung. Mitt. Eidgenöss. Inst. Schnee- Lawinenforsch. 42.
- LANGENEGGER, H. 1979: Eine Checkliste für Waldstabilität im Gebirgswald. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 130, 8: 640–646.
- LINGG, W.A. 1986: Ökologie der inneralpinen Weistannenvorkommen im Wallis. Mitteilungen Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen 63, 3: 331–466.
- LÜSCHER, F. 1990: Untersuchungen zur Höhenentwicklung der Fichtennaturverjüngung im inneralpinen Gebirgswald. Dissertation ETH Zürich, Nr. 8879, 138 S.
- MAYER, H.; OTT, E. 1991: Gebirgswaldbau, Schutzwaldpflege; Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 2. Auflage.
- OTT, E.; FREHNER, M.; FREY, H.U.; LÜSCHER, P. 1997: Gebirgswaldwälder. Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Haupt Verlag, Bern.
- PLANAT 2005: Synthesebericht Strategie Naturgefahren Schweiz.
- RICKLI, C. (Red.) 2001: Vegetationswirkungen und Rutschungen. Hrsg. von der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- STROBEL, G. 1997: Rottenstruktur und Konkurrenz im subalpinen Fichtenwald – eine modellhafte Betrachtung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Beiheft 81.
- WEGLEITUNG 1996: Minimale Pflegemassnahmen für Wälder mit Schutzfunktion, bearb. von B. Wasser, M. Frehner. Hrsg. vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal). Vollzug Umwelt. Bern.
- ZÜRCHER, K. 2003: Wald – Hochwasser. Prioritäten bei waldbaulichen Massnahmen in hydrologischen Einzugsgebieten. Forschungsauftrag Buwal (Forstdirektion). Schlussbericht, unveröffentlicht.

### Autorin

Dr. MONIKA FREHNER, Lehrbeauftragte für Gebirgswaldbau ETH, Sixer 9, 7320 Sargans. E-Mail: monika.frehner@bluewin.ch.