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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 145 (1994)

Heft: 1

Artikel: Lawinen : kurzfristige Gefahrenbeurteilung (Prognose)

Autor: Föhn, Paul M. B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766576

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: 06.08.2025

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

Lawinen – kurzfristige Gefahrenbeurteilung (Prognose)[1]

Von *Paul M. B. Föhn*

FDK 116.12: 384.1: 624.4

1. Problemstellung

Die kurzfristige Lawinengefahrenbeurteilung beschränkt sich auf Voraussagen für einen Zeitraum von mehreren Stunden bis zu zwei Tagen. Obwohl sich die Gefahrenbeurteilung stark auf die am Ausgabezeitpunkt herrschenden Schnee- und Lawinenverhältnisse abstützt, handelt es sich um eine echte Prognose. Einerseits müssen die Einflüsse der kurzfristigen Wetteränderungen auf die Schneedecke prognostiziert werden, andererseits muss anhand vieler Punktmessungen eine Aussage über die gesamte Region abgeleitet werden. Es ist erstaunlich, dass unter allen Naturgefahren nur im Bereich «Lawinen» fast tägliche, kurzfristige Prognosen existieren, die zu Warnmeldungen, sogenannten Lawinenbulletins ausgearbeitet werden. Der Grund liegt wohl darin, dass ein Teil der Lawinen stark wetterabhängig ist (Analogie zu täglichen Wetterprognosen) und dass das Gefahrenpotential laufend gross ist und in gewissen Situationen Lawinen leicht durch das Begehen oder Befahren des Geländes ausgelöst werden können. Obwohl ein grosses Bedürfnis nach kurzfristigen Lawinenprognosen und Lawinenbulletins besteht – die Lawinen-Telefonnummer 187 wird im Winterhalbjahr von nahezu 200 000 Interessenten gewählt – heisst das nicht, dass Lawinen wesentlich einfacher vorauszusagen sind als andere Naturereignisse. Auch ist für diesen Bereich in den letzten Jahrzehnten nicht wesentlich mehr Geld aufgewendet worden.

Zur Abgrenzung von langfristigen und kurzfristigen Lawinen-Risikobestimmungen kann man sagen, dass in beiden Fällen die örtlichen Gefahrenstellen abzuschätzen sind, aber nur bei der kurzfristigen Gefahrenbeurteilung der Zeitpunkt der Lawinenabgänge vorausgesagt werden muss (siehe auch *Salm,* 1993).

[1] Nach einem Referat, gehalten am 28. Januar 1993 anlässlich der Tagung «Forum für Wissen» an der WSL in Birmensdorf.

2. Definition Lawinengefahr

Unter «Lawinengefahr» verstehen wir prinzipiell die Wahrscheinlichkeit (Möglichkeit) des Auftretens von Lawinen in einem vorgegebenen Gebiet, wobei der genaue Auslösezeitpunkt und die genauen Lawinenanrissflächen durch Zufälligkeiten mitbestimmt werden. Diese Wahrscheinlichkeit kann in Prozenten (0–100 %) ausgedrückt werden und wird in der Schweiz im Rahmen der Lawinenbulletins in sieben Gefahrenstufen von gering bis sehr gross dargestellt. Ab Winterbeginn 1993 wurde die Gefahrenstufen-Skala – gemäss europäischer Vereinbarung – auf fünf Stufen reduziert. Die kurzfristige Lawinenprognose liefert also – im Gegensatz zur langfristigen Lawinengefahrenbeurteilung – keine «Lawinenrisiko-Werte», sondern reine «Lawinengefahren-Werte». Der Grund liegt darin, dass man von der maximalen Schadenwahrscheinlichkeit und dem maximalen Schadenausmass ausgehen muss. Hier taucht einmal mehr die Frage auf: «Wieviel ist ein Menschenleben wert?» Eine Gleichsetzung von menschlichem Leben mit materiellen Werten ist von vorneherein abzulehnen. Eine Statistik der Lawinenopfer pro Jahr ist in *Abbildung 1* wiedergegeben.

3. Stand der Kenntnisse

Die Beurteilung der kurzfristigen Lawinengefahr beruht auf Kenntnissen der regionalen Meteorologie, der witterungs- und geländeabhängigen Schneedeckenentwicklung und der örtlichen Lawinenbildung. Diese Beziehungen sind in der *Abbildung 2* dargestellt.

Die Lawinengefahr ist eine inverse Funktion der Stabilität der Schneedecke: Je grösser die Schneedeckenstabilität ist, desto kleiner ist die Lawinengefahr. – Es gilt, das komplexe Beziehungsgefüge der in *Abbildung 2* aufgeführten Faktoren zu analysieren und daraus die Stabilität der Schneedecke abzuleiten. Dazu braucht es Fachkenntnisse und vor allem auch Erfahrung. Erfahrung ist deshalb so wichtig, weil verschiedene auf den Diagrammen dargestellte Beziehungen nur «in etwa» bekannt sind. Nur ein Pragmatiker, der gewohnt ist, trotz ungenügend bekannter Zusammenhänge, trotz mangelnder Daten, trotz Zeit- und Verantwortungsdruck die Gefahren zu beurteilen, kann zu einer gangbaren Lösung für den Einzelfall gelangen.

Die heute in allen Gebirgsländern angewandten Prognose-Verfahren sind deshalb als «empirisch» einzustufen. Es gibt auch heute noch kein *allgemein* gültiges Verfahren, Lawinen zu prognostizieren. Der Versuch, einzelne der dargestellten Einflussfaktoren zu isolieren und deren Priorität für das Ganze *allgemein* zu quantifizieren, muss ebenso misslingen, wie der Versuch, Lawinen mit Hilfe flächendeckender Beobachtungen per Satellit («remote

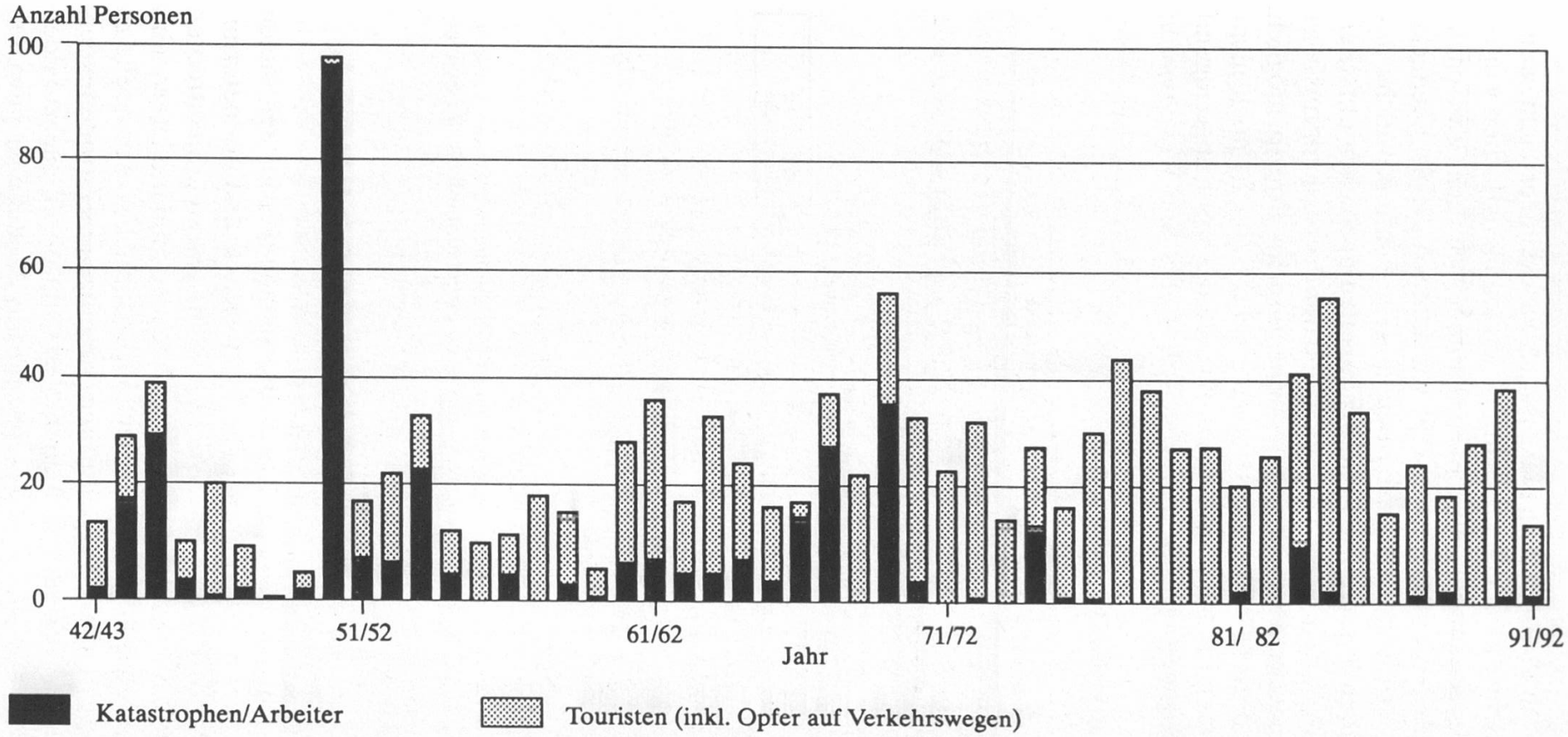

Abbildung 1. Gesamtzahl der Lawinenopfer pro Winter und Anteil der Kategorie «Law. Katastrophenopfer/Arbeiter» und der Kategorie «Touristen im weitesten Sinne». Die Anzahl der «Katastrophenopfer/Arbeiter» ist rückläufig; jene der «Touristenopfer» im weitesten Sinne, im Zunehmen begriffen. (Katastrophenopfer/Arbeiter sind durch Lawinen in Häusern oder Ställen bzw. auf dem Arbeitsplatz getötete Menschen; Touristenopfer im weitesten Sinne sind Bergsteiger, Skifahrer, getötete Touristen auf Verkehrswegen.)

sensing»-Methode) vorauszusagen. Ein Durchbruch wäre dann erreicht, wenn es gelänge, die ganze Schneedecke laufend auf geneigten Hangflächen wenigstens zweidimensional so zu simulieren, dass auch dünne, schwache Zwischenschichten (Schichtdicke 1–60 mm), dargestellt würden, wo die Schneedecke brechen kann. Damit ist die notwendige Bedingung geschaffen, welche das Spiel der Kräfte zwischen Spannungen und Festigkeiten in solchen entscheidenden Schichten nachvollziehbar macht. Der Stand der Prozesskenntnisse ist heute so, dass Schneedeckensimulationen schichtweise im Prinzip möglich sind, dass aber die benötigte vertikale Auflösung (mm-Bereich) noch nicht erreicht ist und die laufenden Schneeschichtumwandlungen nur ungenügend nachgebildet werden können (vgl. *Brun et al.,* 1989; *Bader* und *Weilenmann,* 1992).

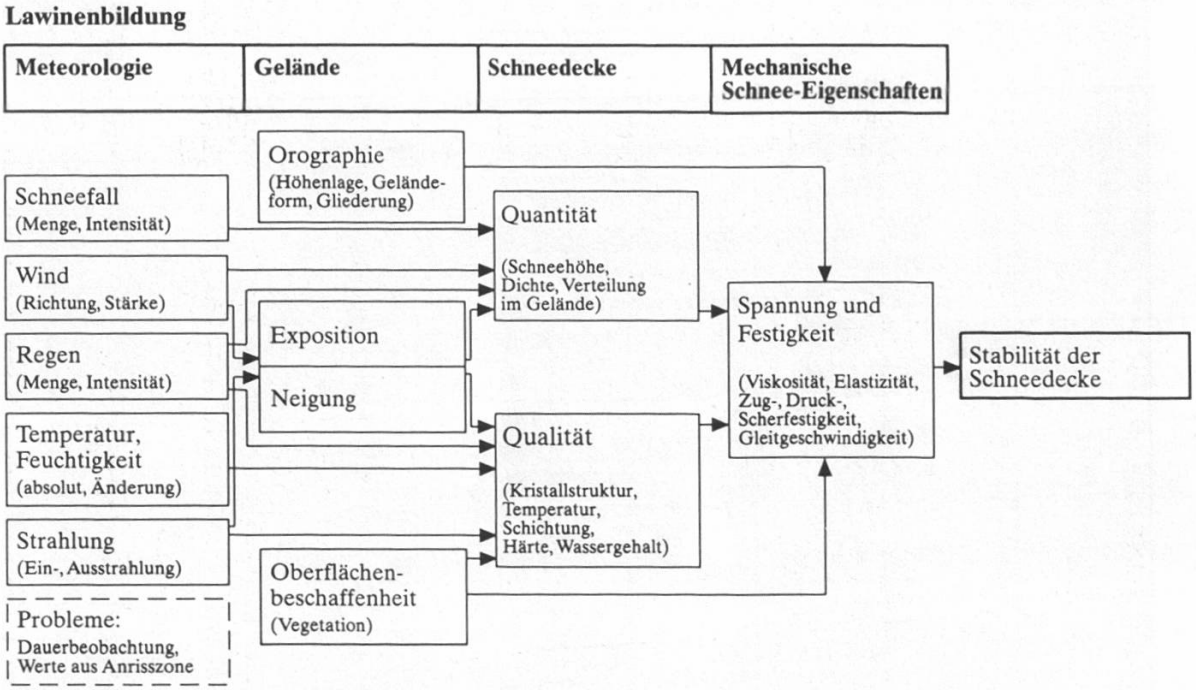

Abbildung 2. Hauptsächliche Bereiche der Lawinenbildung und Zusammenwirken der verschiedenen Teilfaktoren. Die örtliche Lawinenbildung wird durch die örtliche Stabilität der Schneedecke gesteuert.

4. Prognose-Modelle

Am Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung wurden seit vielen Jahren statistische Modelle (*Buser et al.,* 1985) entwickelt und ein deterministisch-statistisches Modell (*Föhn* und *Hächler,* 1978) getestet. Sie strebten eine direkte Verknüpfung von Wetter- und Schneedeckenparametern und Lawinenabgängen an. Neuerdings werden auch sogenannte Expertmodelle zu Hilfe gezogen, die versuchen, die gedanklichen Vorgänge des Lawinenexperten in einem Regel-Modell oder durch logische Verknüpfungen nachzubilden (*Giraud,* 1991; *Schweizer et al.,* 1992). Obwohl alle Modelle in gewissen

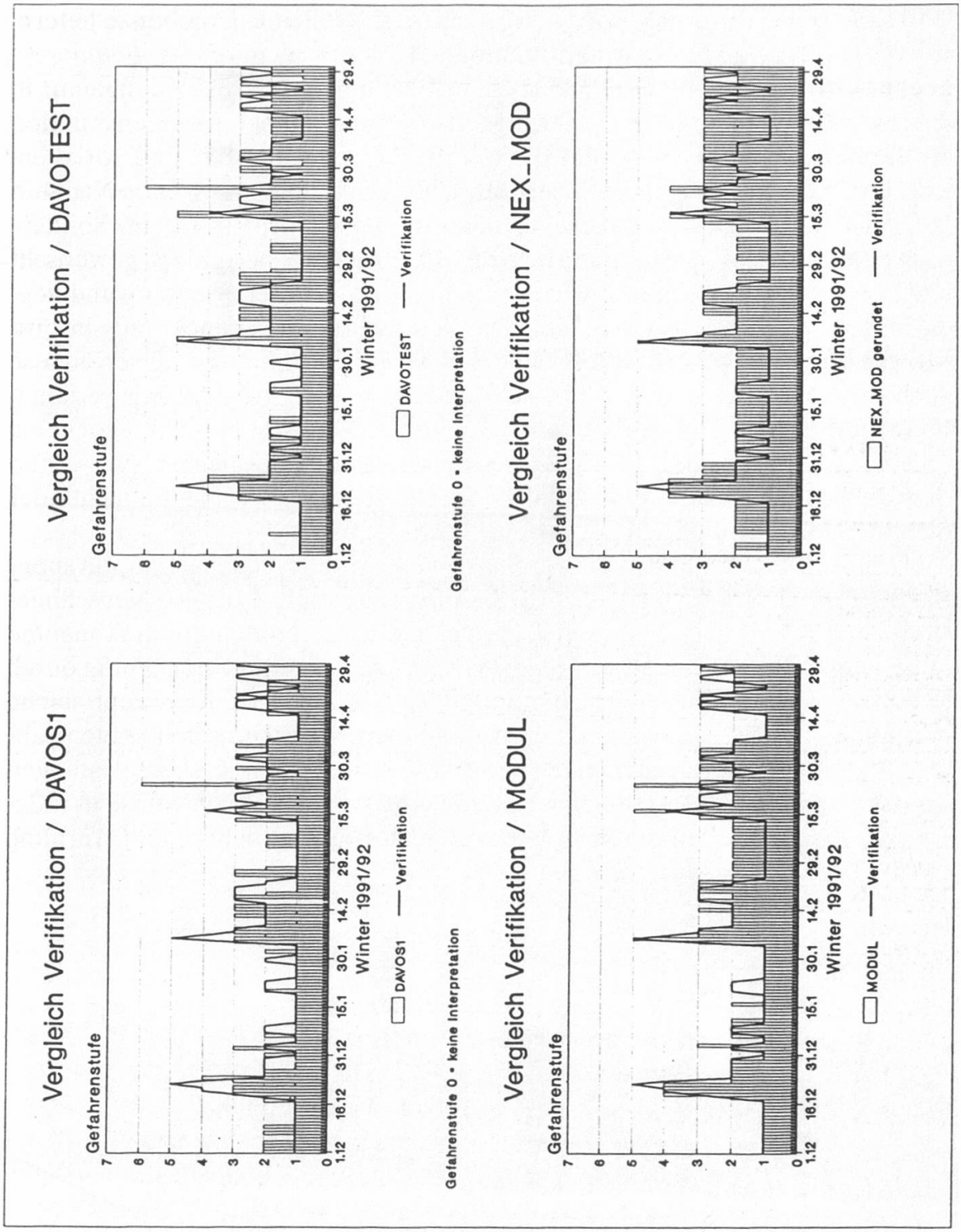

Abbildung 3. Die täglich errechnete Lawinengefahr für die vier Modell-Ansätze: Davos 1, Davotest, Modul (= 3 Expertmodell-Varianten), Nex-Mod (= statisches Modell). Die Variabilität der Lawinengefahr ist im Winterverlauf 1991/92 durch die im nachhinein verifizierte Lawinengefahrenstufe (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) als Linie in die täglichen Modell-Resultate hineinprojiziert. Die beiden Modelle MODUL und NEX-MOD liefern die besten Resultate.

Winterperioden ansprechende, ja sogar zufriedenstellende Ergebnisse liefern, versagen sie in heiklen Lawinensituationen leider noch zu oft *(Abbildung 3)*.

Die Erfolgsquoten dieser Modelle zur Bestimmung der Lawinengefahr in einer kleinen Region liegen je nach Modellart und je nach Lawinensituation im Bereich von 55 bis 80 %. Für dieses ernüchternde Resultat sind vor allem zwei Gründe verantwortlich: Solche Modelle, als zusammenfassende Nachbildung der Wirklichkeit, können vor allem mittlere Verhältnisse nachbilden; spezielle Ereignisse – die natürlich für die Prognose besonders gewünscht wären – können nur schlecht wiedergegeben werden. Der zweite Grund liegt darin, dass die Zielgrösse der Modelle, die Lawinengefahr, nicht messbar ist, wie etwa die Erdbebenstärke, sondern dass die Bestimmung dieser Grösse auch im Nachhinein an und für sich schon eine Expertenleistung verlangt. Wenn keine Lawinen beobachtet werden konnten, heisst das nicht, dass keine Lawinengefahr bestand. Je nach Verhältnissen heisst dies beispielsweise nur, dass die Schneedecke durch Skifahrer oder andere Auslösequellen nicht oder nicht genügend (punktuell oder flächig) belastet wurde.

Wie *Abbildung 4* andeutet, werden Lawinen je nach Schneesituation spontan oder durch Zusatzbelastung wie Skifahrer ausgelöst. Lockere Neuschneelawinen und Nassschneelawinen lösen sich meistens spontan durch Abnahme der Festigkeit des Schnees, während «harte» Schneebrettlawinen häufig durch Skifahrer oder ähnliche Ursachen ausgelöst werden. Um überhaupt solche «Skifahrer-Lawinen» prognostizieren zu können, mussten in den letzten Jahren modellmässige Berechnungen über diese punktuellen Zusatzbelastungen angestellt werden (Föhn, 1987; Schweizer, 1992). Erst dadurch wurde es möglich, die Zusatz-Gefahr durch Skifahrer angemessen in Prognose und Warnung einzubeziehen *(Abbildung 7)*.

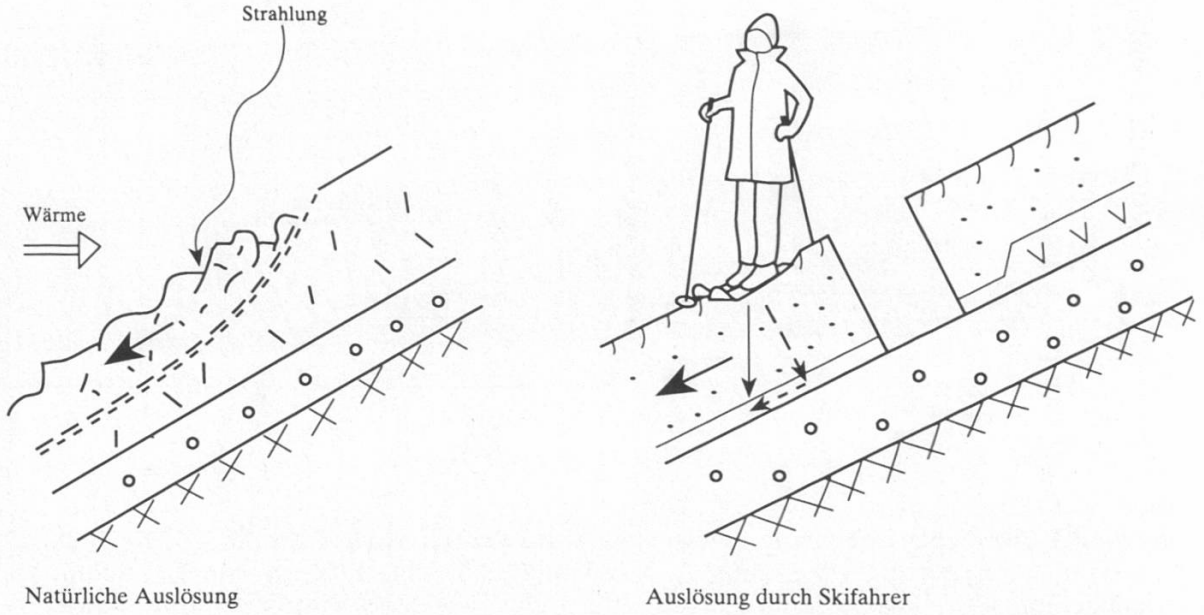

Abbildung 4. Darstellung von zwei grundlegenden Arten der Lawinenauslösung: links Auslösung durch natürliche Einflüsse, rechts Auslösung durch Skifahrer.

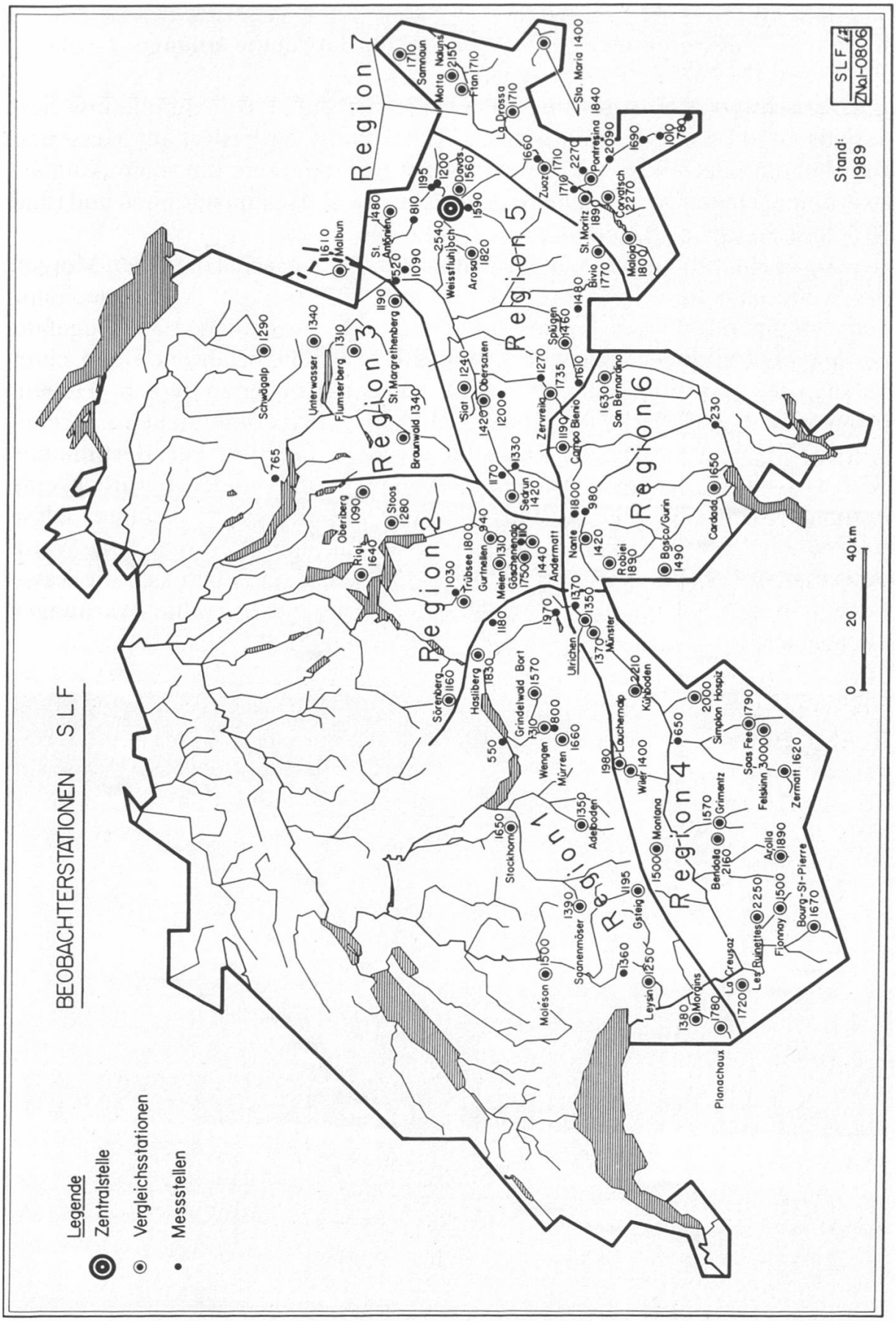

Abbildung 5. Karte der 74 Haupt-Beobachterstationen (doppelte Kreise) und der rund 30 Nebenstationen (Punkte) mit reduzierten Messprogrammen.

5. Operationelles Vorgehen bei der Lawinenwarnung

Der schweizerische Lawinenwarndienst, der die «Lawinenbulletins» herausgibt, ist ähnlich aufgebaut wie der Wetterdienst. Er basiert auf Mess- und Beobachtungsnetzen und geeigneten Auswerteverfahren, um seine Aufgabe zu erfüllen. Das schweizerische Netz umfasst etwa 70 Hauptstationen und rund 30 Nebenstationen *(Abbildung 5)*.

Die 70 Hauptbeobachter messen, beobachten oder schätzen jeden Morgen im Winterhalbjahr 21 Grössen, unter anderem Neuschnee, Schneehöhe, Schneetemperatur, Wind, Wetter, Lawinen, geschätzte örtliche Lawinengefahr *(Abbildung 6)*. Etwa 25 besonders gebirgstüchtige und erfahrene Beobachter nehmen seit rund fünf Jahren in schattigen Steilhängen zusätzlich «Höhenprofile» der Schneedecke auf. Solche Schneeprofile im potentiellen Lawinenanrissgebiet, die mit einem Rutschblocktest (= Gleittest zur Bestimmung der wahrscheinlichsten Gleitfläche) verbunden sind, bilden natürlich eine optimale Voraussetzung, die tatsächlichen Verhältnisse zu kennen. Diese international gesehen einzigartige Schweizer Spezialität erlaubt dem Warndienst auch in Zeiten geringer bis mässiger Gefahr, in denen sich die Lawinengefahr durch keine Lawinen andeutet, tourismus-gerechte Warnungen abzugeben.

Abbildung 6. Beobachterstation Weissfluhjoch mit horizontalem Messfeld und Lawinenabgang am benachbarten Hang.

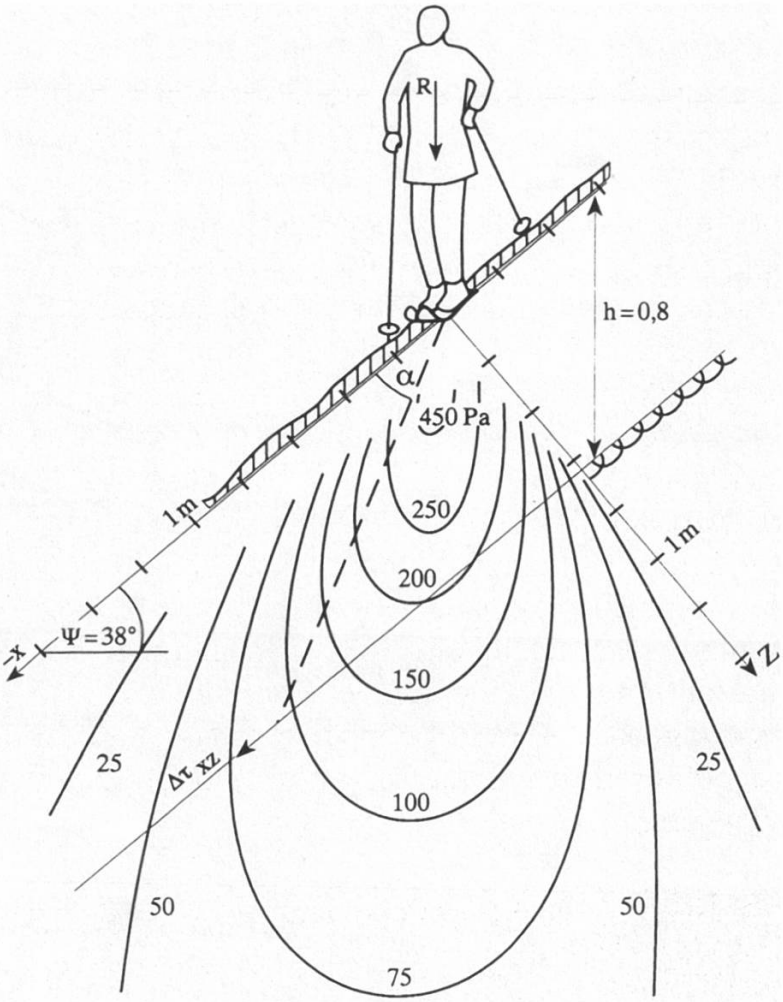

Abbildung 7. Durch Modellrechnungen approximierte Zusatzbelastung der Schneedecke durch einen Skifahrer, quer zum Hang stehend.

Mit Hilfe all dieser Messungen und Beobachtungen wird die Lawinensituation täglich von zwei Leuten des Piketteams analysiert und wenn nötig eine Lawinenwarnung herausgegeben. Auch wenn momentan noch keine jederzeit verlässliche Lawinenwarnmodelle existieren, kann bei der Analyse auf verschiedene Auswerteverfahren zurückgegriffen werden, welche die Messwerte in eine für die «Synopsis» günstige Form bringen (Isolinienkarten, Karten mit überlagerten Wertepaaren, Differenzwertekarten usw.) (*Abbildung 8).*

Die heute komfortable Situation im EDV-Bereich, die fast jede Art von Darstellung erlaubt, hat dazu beigetragen, dass die früher zeitraubende Analyse Tausender von Datenpunkten abgekürzt werden kann. Der Zeitdruck bei der täglichen Analyse konnte so etwas vemindert werden. Der Entscheidungsdruck, welche Auslösewahrscheinlichkeiten und damit welche Gefahrenstufen den einzelnen Regionen zugeordnet werden müssen, besteht aber nach wie vor. Es geht hier eben nicht «nur» um Bekanntgabe bestimmter Wetterelemente wie beim Wetterbericht, sondern um mehr oder weniger verbindliche Gefahren- und damit Massnahmestufen, die über Leben oder Tod

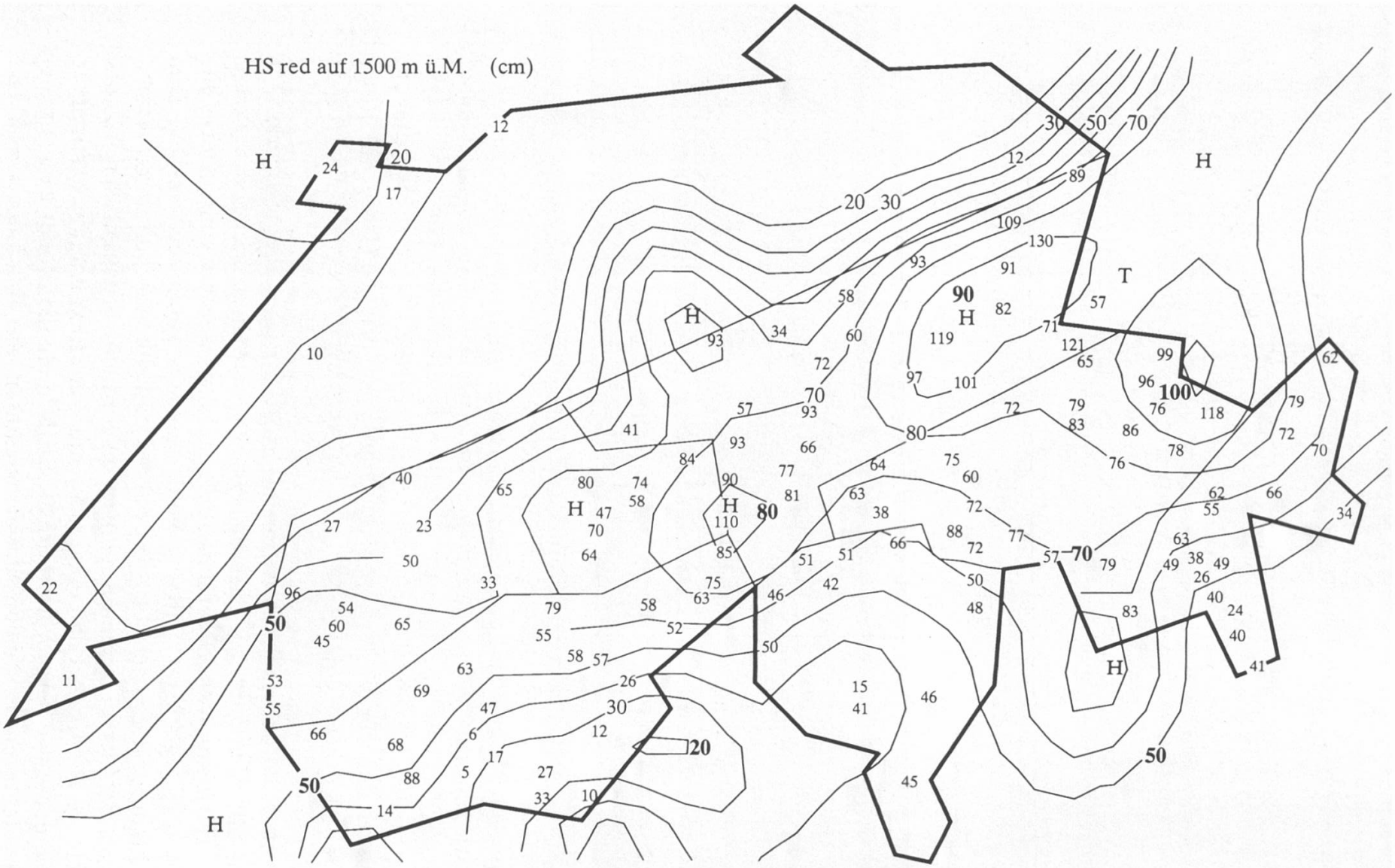

Abbildung 8. Karte der auf eine Höhenlage von 1500 m reduzierten Schneehöhe (HS) in den Schweizer Alpen, Datum 3. Januar 1992. Die traditionell schneereichen Regionen des Gotthardgebietes, des zentralen und östlichen Alpennordhanges sowie Nordbündens weisen die grössten Schneehöhen auf.

Tabelle 1. Gekürzte Version der Interpretationshilfe II für das Schweizerische Lawinenbulletin[1].

Nr.	*Gefahrenstufe*	*Schneedeckenstabilität; Auslösewahrscheinlichkeit und örtliche Verteilung der Lawinen*	*Auswirkungen für Tourismus, Skitouren*	*Auswirkungen für Verkehrswege, Transportanlagen*	*Auswirkungen für Ortsbereich*
1	(sehr) geringe allgemeine, geringe örtliche Gefahr	*Stabile Schneedecke.* Lawinenauslösung örtlich an sehr wenigen extremen Steilhängen bei grosser Belastung.	Touren und Skiabfahrten sind fast ohne Einschränkung möglich.	Nicht durch Lawinen gefährdet.	Nicht durch Lawinen gefährdet.
2	mässige örtliche Gefahr	*Nur mässig verfestigte Schneedecke* an vereinzelten Steilhängen. Lawinenauslösung bei grösserer Belastung (z.B. durch Skifahrergruppen ohne Abstände).	Vorsichtige Routenwahl wird vor allem an Steilhängen der angegebenen Exposition und Höhenlage empfohlen.	Nicht durch spontane Lawinen gefährdet.	Nicht durch spontane Lawinen gefährdet.
3	erhebliche örtliche Gefahr	*Ungenügend verfestigte Schneedecke* an vielen Steilhängen. Lawinenauslösung bei geringer Belastung (z.B. durch einzelne Skifahrer); vereinzelt spontane Lawinen.	Steilhänge der angegebenen Exposition und Höhenlage meiden. Wenig Erfahrene sollten auf Touren verzichten.	In Ausnahmefällen sind exponierte Stellen gefährdet.	In Ausnahmefällen sind exponierte Stellen von Verbindungswegen gefährdet.
4	grosse örtliche Gefahr	*Geringe Festigkeit der Schneedecke* an den meisten Steilhängen. Spontane Lawinen; Auslösung auch bei geringster Zusatzlast; Fernauslösung.	Man beschränke sich auf gesichertes oder sicheres Gelände. Wenig Erfahrene sollten auf Touren verzichten.	Vereinzelte exponierte Verkehrswege und Transportanlagen sind gefährdet.	Vereinzelte exponierte Siedlungsteile sind gefährdet.
5	erhebliche allgemeine Gefahr	*Allgemein ungenügend verfestigte Schneedecke.* Lawinen an fast allen Steilhängen, vor allem bei Belastung durch Skifahrer.	Nur bescheidene Ausflüge in mässig steilem bzw. gesichertem Gelände ratsam.	Exponierte Verkehrswege und Transportanlagen sollten mit Vorsichtsmassnahmen belegt werden (Abschuss, Sperrung).	Exponierte Verbindungswege sollten mit Vorsichtsmassnahmen belegt werden (Abschuss, Sperrung).
6	grosse allgemeine Gefahr	*Allgemein schwach verfestigte Schneedecke.* Spontane, grossflächige Lawinen bis in den Talgrund auch ohne Zusatzbelastung, vor allem an bekannten Lawinenhängen.	Verzicht auf Touren und Skiabfahrten. Einige Tage warten.	Exponierte Verkehrswege und Transportanlagen an bekannten Lawinenhängen sollten gesperrt werden.	Exponierte Verbindungswege sollten gesperrt werden. Evakuierung von exponierten Gebäuden ist ratsam.
7	sehr grosse allgemeine Gefahr	*Instabile Schneedecke.* Zahlreiche spontane, grossflächige Lawinen bis in den Talgrund auch ausserhalb üblicher Lawinenbahnen.	Verzicht auf Touren und Skiabfahrten. Einige Tage warten.	Exponierte Verkehrswege und Transportanlagen sollten auch ausserhalb der Lawinenbahnen gesperrt werden.	Umfangreiche Sicherungsmassnahmen sind notwendig.

[1] Ab dem Winterbeginn 1993/94 wurde die vorliegende Gefahrenstufen-Skala im Rahmen einer europäischen Vereinheitlichung auf fünf Gefahrenstufen reduziert. Die oberste, neue Stufe 5 beinhaltet nun die alten Stufen 5, 6 und 7. Die übrigen Stufen 1 bis 4 sind in ihrem Gehalt gleich geblieben.

entscheiden können. Dies wird unter anderem auch durch Gerichtsentscheide auf höchster Ebene belegt, die den Lawinenbulletins je nach Situation wesentliches Gewicht beimessen. Aus solchen Gründen wurde in der Schweiz schon im Jahre 1985 die Terminologie der Gefahrenstufen festgelegt und deren Auswirkungen auf die Benützer möglichst genau festgehalten (Föhn, 1985).

Die Schweiz hat als einziges Land ein derartiges Gefahrenstufen-Schema mit genauen Einschränkungen veröffentlicht und damit den Spielraum für die Herausgeber (SLF) und die Benützer eingeschränkt, damit aber auch in sachlicher und rechtlicher Hinsicht klare Verhältnisse geschaffen *(Tabelle 1)*. Wie schon weiter vorne erläutert, haben die europäischen Länder neuerdings das schweizerische Gefahrenstufen-Schema der vereinheitlichten fünfstufigen Skala zu Grunde gelegt.

6. Lawinenwarnung und Massnahmen

Heikle Lawinensituationen und entsprechende Gefahrenstufen verlangen Massnahmen.

1. Im Skitourenbereich können damit Tourenverzicht, Einschlagen wenig gefährdeter Routen, zusätzliche örtliche Abklärungen mit Tests, oder lediglich vorsichtige Routenwahl im Gelände gemeint sein.
2. Für Varianten-Skifahrer, die meist wenig Kenntnisse über alpine Gefahren mitbringen, heisst dies häufig Verzicht auf ungesicherte Variantenfahrten.
3. Im Bereich des Verkehrs (Schiene, Strasse und Bergbahnen) sind bereits meistens umfangreiche Sicherungsmassnahmen nötig, von intensiver Beobachtung spezieller Einzugsgebiete, über Lawinenabschuss bis zum Sperren ganzer Streckenabschnitte.
4. Im Siedlungsbereich kann der vorzeitige Lawinenabschuss aus Gründen des Schadenausmasses meist nur noch in Ausnahmefällen getätigt werden, so dass Sperrungen und Evakuationen im Vordergrund stehen.

Die aufgezählte Liste der möglichen Massnahmen zeigt deutlich, dass aufgrund der Lawinenprognose je nach Situation verschiedene temporäre Massnahmen ergriffen werden können *(Abbildung 9)*. Damit ist die Lawinenprognose der weitaus billigste Lawinenschutz überhaupt. Umso erstaunlicher ist es zu wissen, dass das eidgenössische Forstgesetz bis anhin solche temporäre Massnahmen nicht berücksichtigte und damit auch keine Subventionierung erlaubte.

7. Ausblick

Die kurzfristige Lawinenprognose und die damit verbundene Warnung stellt die Forscher und das Piketteam des SLF jeden Winter auf die harte Probe, ob genügend Kenntnisse über die physikalischen Gesetze der Lawinenbildung angesammelt wurden, so dass daraus eine möglichst genaue Warnung abgeleitet werden kann. Grundlagenforschung und angewandte Forschung (zum Beispiel Prognosemodelle) sind dabei gefragt. «Rosinenpicken» aus dem «Forschungskuchen» hilft dabei wenig, da nur mit gezielter und abgestimmter Forschung wenigstens die minimalen Bedürfnisse der Lawinenprognose erfüllt werden können.

Abbildung 9. Raketen-Rohr-Beschuss von Schneehängen, die für den vorliegenden Strassenabschnitt gefährliche Lawinen verursachen könnten. Diese prophylaktische Massnahme wird häufig während oder nach dem Schneefall bei gesperrter Strasse ausgeführt.

In den letzten Jahren wurde zwar in den Bereichen Messverfahren (Hangmessungen, automatisches Beobachtungsnetz ENET), Auswertverfahren (Schnee-Datenbank, GIS-Versuche) sowie Warnmodellversuche und im operationellen Warnbereich (Gefahrenstufen, Übermittlung, Übersetzung) vieles verbessert, doch viele grundlegende Kenntnisse fehlen noch. Die Schweiz ist zwar das Land, in dem mit Lawinenprognosen zuerst begonnen

wurde (1942); sie ist aber anscheinend nicht in der Lage, mit den wachsenden entsprechenden Bedürfnissen der Öffentlichkeit Schritt zu halten.

In Frankreich wurde zum Beispiel vor rund 10 Jahren eine eigene Forschungseinheit mit gut 20 Personaleinheiten für die kurzfristigen Lawinenprognosen gegründet, wobei die operationelle Lawinenwarnung darin nicht eingeschlossen ist. Die Früchte dieser Intensivierung sind schon jetzt sichtbar. Es wurden Modelle entwickelt, mit denen die Schneedecke auf Hangflächen jeder Exposition und Höhenlage nachgebildet werden kann, so dass daraus Lawinengefahrenstufen ableitbar sind (Brun *et al.*, 1992).

Von der Praxis (Wintertourismus, Strassen-, Bahndienste, Ortslawinendienste) wird eine *frühzeitige* und *detaillierte* Lawinenprognose/-warnung benötigt. «Frühzeitig» würde teilweise bedeuten, dass die Meldung schon zwischen 07.00 und 08.00 Uhr bei den Interessenten wäre. Diese Forderung wäre nur zu erfüllen, wenn ein «Rund-um-die-Uhr»-Warnbetrieb mit entsprechenden nächtlichen Messungen – wie beim Meteodienst – eingerichtet würde. Während diese Forderung die heutigen Möglichkeiten des SLF-Institutes bei weitem übersteigt, dürfte die zweite Forderung nach «detaillierten» Warnmeldungen an und für sich zu erfüllen sein, falls man sich zu einer Regionalisierung der Lawinenwarnung entschliessen würde. Je kleiner der Raum, für den Prognosen gemacht werden müssen, desto mehr Auflösung mit Details kann erreicht werden. Die Schweiz ist sowieso das einzige Land, das immer noch «nur» ein nationales Lawinenbulletin herausgibt. Alle anderen Länder haben pro Region (Bundesland, Region, Provinz) eine eigenständige Warnorganisation, die dieses Problem weitgehend lösen kann. Die Regionalisierung der Lawinenwarnung muss in den nächsten Jahren so oder so an die Hand genommen werden.

Trotz Regionalisierung und Modellierung der Einzelprozesse kann aber die kurzfristige Lawinenprognose nie Einzel-Lawinen voraussagen. Wie am Anfang erwähnt, ist die Lawinen-Auslösung im Einzelhang von Zufälligkeiten des Geländes und der Schnee-Schichtung abhängig, die bei einer regionalen Betrachtungsweise nicht berücksichtigt werden können. Auch in Zukunft wird nur die Wahrscheinlichkeit von Lawinenabgängen pro Region innerhalb gewisser Höhenzonen, Neigungs- und Expositionsbereichen angegeben werden können.

Résumé

Avalanches – Évaluation des dangers à court terme (prévisions)

Les avalanches sont généralement à classer au rang de phénomène local, un domaine difficile à considérer dans le cadre des prévisions. Or, nous devons être en mesure de prévoir leur formation dans les vallées alpestres densément peuplées et exploitées par le tourisme.

La meilleure méthode de prévision se fonde à la fois sur des notions fondamentales de physique en matière de météo et de neige, sur des valeurs empiriques et sur le plus grand nombre de mesures possibles. Les nouvelles méthodes de modélisation ne nous permettent de simuler que les cas les plus fréquents de dangers d'avalanches. Lorsque des situations spécifiques rendent difficile l'établissement d'un pronostic, ces modèles de calculs ne sont pas assez exhaustifs. En formulant des prévisions régionalisées, c'est-à-dire en publiant des mises en garde détaillées et nuancées à l'échelle régionale, il serait possible de prendre en compte une partie des besoins de sécurité qui ne cessent d'augmenter dans la région des Alpes. Traduction: *Monique Dousse*

Literatur

Bader, H. P.; Weilenmann, P., 1992: Modeling temperature distribution, energy and mass flow in (phase changing) snowpack. I. Model and case studies. Cold Reg. Sci. Technol. *20:* 157–181.

Brun, E.; Martin, E.; Simon, V.; Gendre, C.; Coleon, C., 1989: An energy and mass model of snow cover suitable for operational avalanche forecasting. J. Glaciol. *35,* 121: 333–342.

Brun, E.; David, P.; Sudul, M.; Brunot, G., 1992: A numerical model to simulate snow-cover stratigraphy for operational avalanche forecasting. J. Glaciol. *38,* 128: 13–22.

Buser, O.; Föhn, P.; Good, W.; Gubler, H.; Salm, B., 1985: Different methods for the assessment of avalanche danger. Cold Reg. Sci. Technol. *10:* 199–218.

Föhn, P., 1985: Das Schweizerische Lawinenbulletin. Mitt. Eidgenöss. Inst. Schnee- Lawinenforsch. *28:* 15 S.

Föhn, P., 1987: The stability index and various triggering mechanisms. IAHS Publ. 162: 195–214.

Föhn, P.; Hächler, P., 1978: Prévision de grosses avalanches au moyen d'un modèle déterministe-statistique. 2e Rencontre Int. sur la neige et les avalanches, ANENA, Grenoble. S. 151–165.

Giraud, G., 1991: MEPRA; Modèle expert d'aide à la prévision du risque d'avalanches. Symposium de Chamonix, Juin 1991, Publ. ANENA, Comptes Rendus, Chamonix. S. 248–254.

Salm, B., 1993: Lawinen – Gefahr und Risiko langfristig betrachtet. Forum für Wissen 1993: 55–60; Birmensdorf: WSL.

Schweizer, J., 1992: The influence of the layered character of the snow cover on the triggering of slab avalanches. Ann. Glaciol. (im Druck)

Schweizer, J.; Föhn, P.; Plüss, C., 1992: Cogensys judgment processor (Paradocs) als Hilfsmittel für die Lawinenwarnung. Weissfluhjoch-Davos, Eidgenöss. Institut für Schnee und Lawinenforschung. Interner Bericht 675: 33 S.

Verfasser: Dr. Paul M. B. Föhn, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch/Davos, CH-7260 Davos.