

FBVA - BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

Nr. 74

1993

LAWINENBERICHT 1991/92
DOKUMENTATION UND FACHBEITRÄGE

FDK 116 . 12 : 423.5 : (436)



Für den Inhalt verantwortlich:
Direktor HR Dipl. Ing. Friedrich Ruhm

ISSN 0374-9037

Copyright 1993 by
Forstliche Bundesversuchsanstalt

Herstellung und Druck :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Waldforschungszentrum
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A-1131 Wien

Anschrift für Tauschverkehr:
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Bibliothek
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A-1131 Wien Tel. + 43 878 38 216 Fax + 43 8775907

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

VORWORT

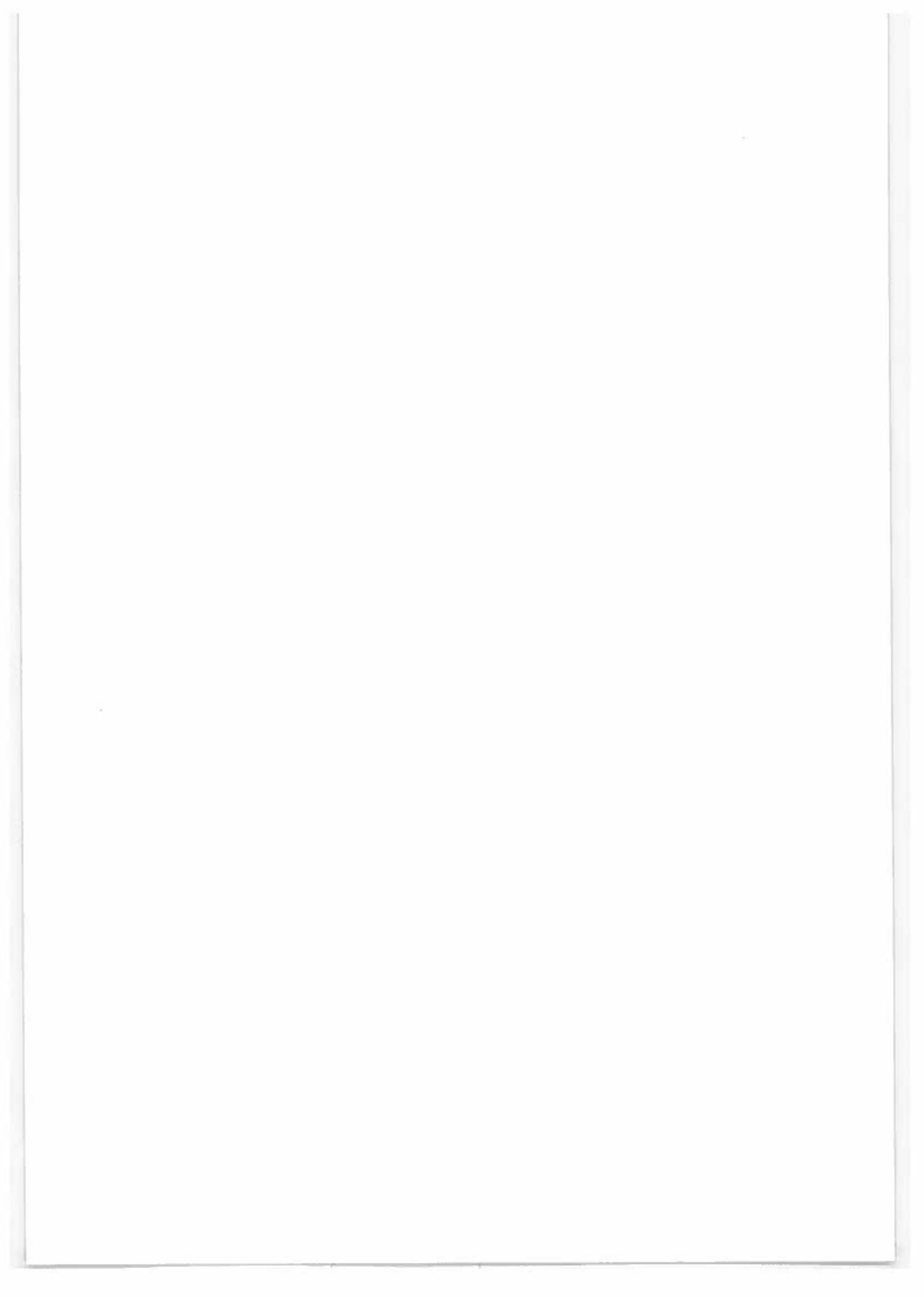
Die vorliegende Ausgabe des Lawinenberichtes 1991/92 ist wieder in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil beinhaltet eine kurze Beschreibung des Witterungsablaufes im Winter 91/92 sowie die statistische Aufbereitung der Lawinenereignisse in diesem Zeitraum.

Der zweite Teil besteht hauptsächlich aus Beiträgen von Gastautoren: ihnen sei hier an dieser Stelle recht herzlich gedankt! Ein Teil dieser Beiträge ist aus dem am 20.05.1992 am Institut für Lawinenkunde in Innsbruck stattgefundenen Workshop "Lawinenverschüttung-Überlebenschance" hervorgegangen.

Die meteorologischen Daten und Angaben wurden dem "Monatsbericht der Witterung in Österreich" der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik entnommen.

Die Erstellung der Dokumentation, sowie die redaktionelle Bearbeitung der Fachbeiträge erfolgte durch Roland Luzian.

In einem Anhang sind einige in knapper Form abgefaßte Buchbesprechungen beigefügt.



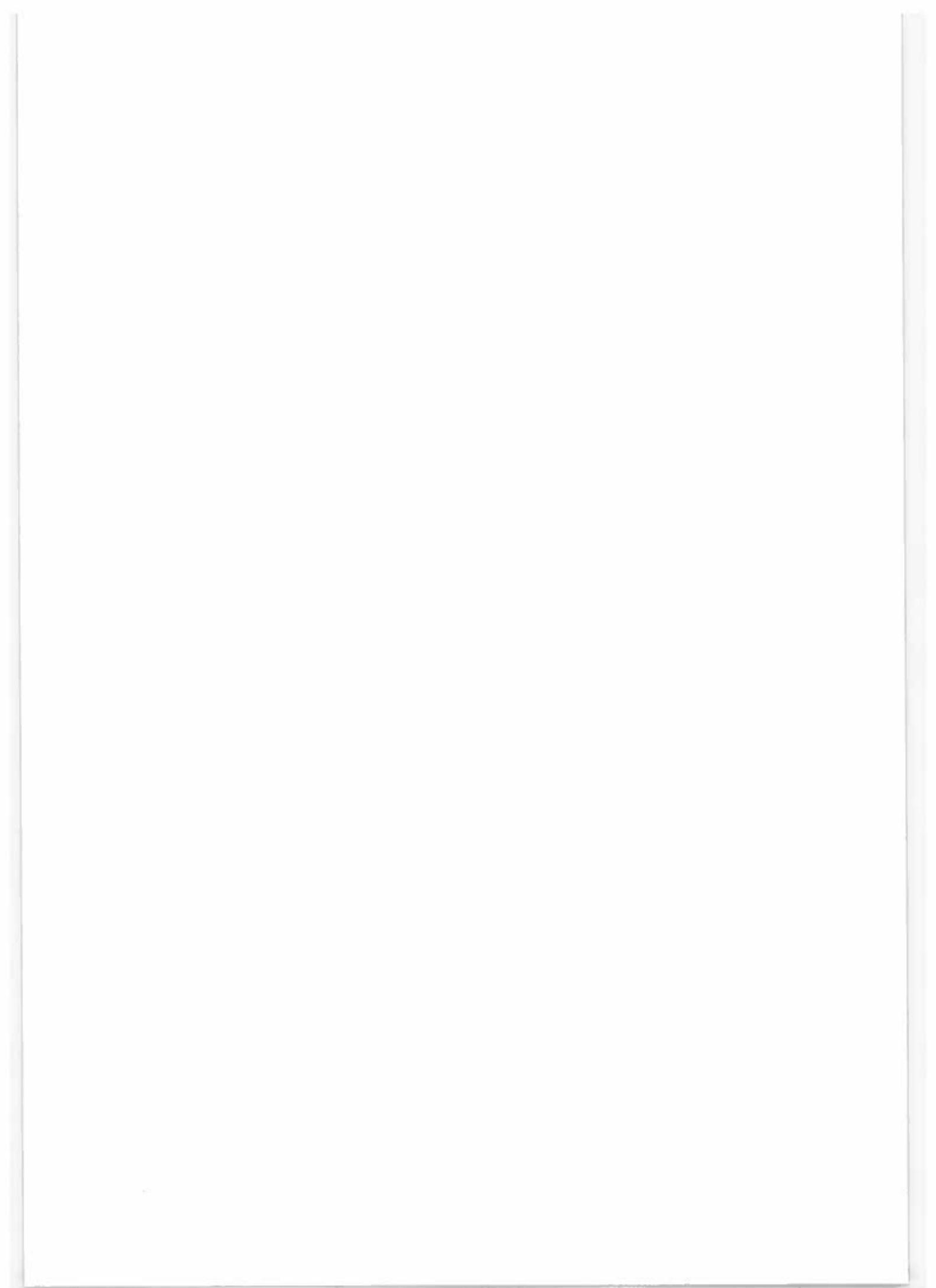
INHALT

VORWORT

	Seite
TEIL I: DOKUMENTATION	7
1. WETTER UND SCHNEELAGE	9
2. STATISTIK	17
2.1. Übersicht aller gemeldeten Lawinen	17
2.2. Personenschäden	18
2.3. Sachschäden	23
2.4. Klassifikation der Lawinenabgänge nach Anriß- merkmalen	26
2.5. Gliederung der Lawinenabgänge (bezogen auf die Waldgrenze).....	27
2.6. Lawinentage	28
2.7. Gesamtbilanz der Opferstatistik	29
2.8. Lawinentote pro km ² Alpenflächenanteil	30
3. SCHLUSSBEMERKUNGEN	31
4. ZUSAMMENFASSUNG TEIL I (Winter 1991/92)	33
5. QUELLENNACHWEIS, LITERATUR (TEIL I)	34

	Seite
TEIL II: FACHBEITRÄGE	37
6. BRUGGER/FALK: Die vier Phasen der Lawinenverschüttung	39
7. BURTSCHER: Analyse der Lawinenunfallereignisse von 1986 - 1991 in Österreich	52
8. DAMISCH: Lawinenverschüttetensuchgeräte - Stand, Entwicklung, Suche und Schulung	55
9. FLIRI: Die Schneeverhältnisse in Nord- und Osttirol in der Periode 1895-1991	58
10. GÜRER: Snow Avalanche Disaster of Winter 1992 in south eastern Anatolia, Türkiye	83
11. LUZIAN: "Lawinenverschüttung-Überlebenschance"	95
12. ZIRKNITZER: Lawinenorganisation Sanierung Köllnbreinsperre inneres Maltatal, Winter 1988-1992	102
 ANHANG	 107
13. HÖLLER: Buchbesprechungen	109

T E I L I
DOKUMENTATION

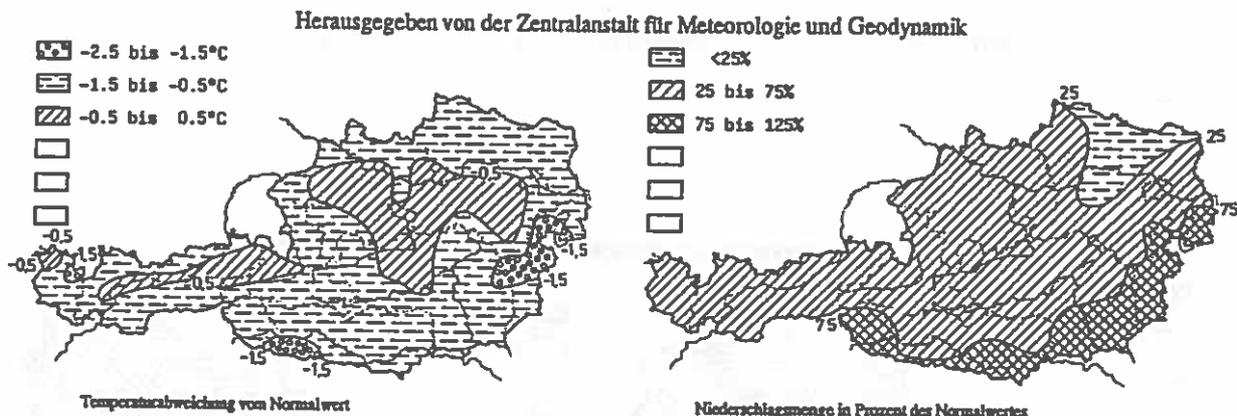


1. WETTER UND SCHNEELAGE

Oktober 1991

Die Lufttemperaturen lagen geringfügig unter dem langjährigen Durchschnitt ($-0,5^{\circ}$ bis $-1,5^{\circ}\text{C}$) oder entsprachen diesem (im Raume Inntal-Kitzbüheler Alpen, Mittelpinzgau). Die Monatssummen des Niederschlages erreichten im Süden die Normalwerte, nahmen aber gegen Norden hin deutlich ab (25 - 75 %). Am 19. sank die Schneefallgrenze örtlich bis auf 700 m.

Eine, den ganzen Monat dauernde Schneedecke bildete sich am Sonnblick (3105 m, max. 70 cm) aus; der Villacheralpe (2140 m) hielt sie sich 13 Tage, in Schopfernau im Bregenzerwald (835 m) 11 Tage.



November 1991

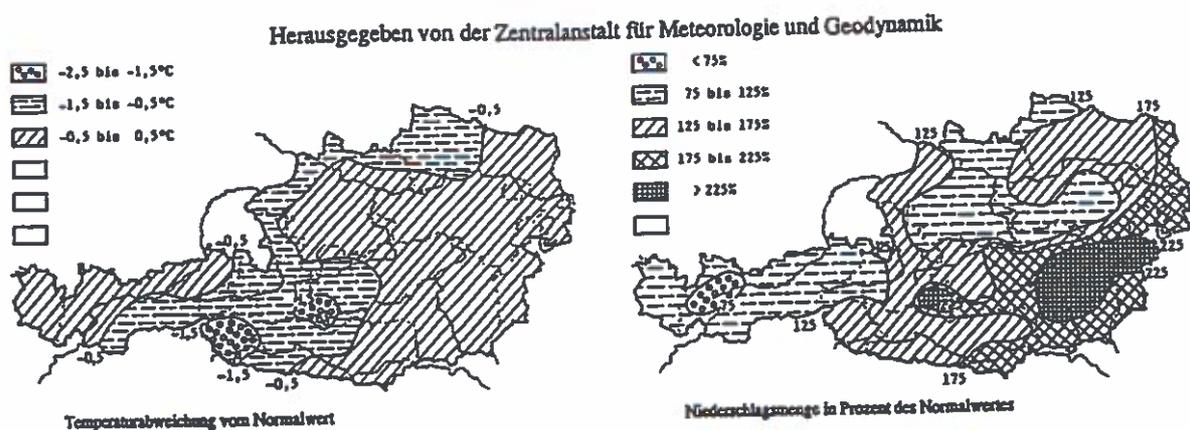
Im größten Teil des Bundesgebietes lag das Monatsmittel der Lufttemperatur nahe beim langjährigen Durchschnitt. Negative Abweichungen lagen zwischen $-0,5^{\circ}$ und $-1,5^{\circ}\text{C}$ (Tirol, Oberinntal), in Osttirol erreichten sie bis $-2,5^{\circ}\text{C}$.

Die Niederschlagsmengen variierten stark: Normalwerte im Westen, im Oberinntal nur max 75 %, in Unterkärnten und der Steiermark 175 %, im Lungau und im Raume Graz bis Burgenland 225 % des Erwartungswertes.

Die Schneefallgrenze sank im Norden und Osten auf 300 m, im Süden auf 500 m. Im Westen schneite es, mit Ausnahme um das Gebiet Zell am See, an mindestens 3 Tagen in allen Lagen.

Auf der Rudolfshütte (2304 m), am Sonnblick (3105 m) und am Feuerkogel in Oberösterreich (1618 m) hielt sich eine geschlossene Schneedecke. Am 23. erschien der erste Lagebericht des Lawinenwarndienstes des Landes Tirol, welcher für den Tourenbereich eine mäßige bis erhebliche Schneebrettgefahr meldete. Gegen Monatsende verfestigte sich die Schneedecke.

Bereits am 17. geschah der erste Lawinenunfall: bei Ebnit (Bezirk Dornbirn) wurden 5 Personen verschüttet, 2 davon verletzt.

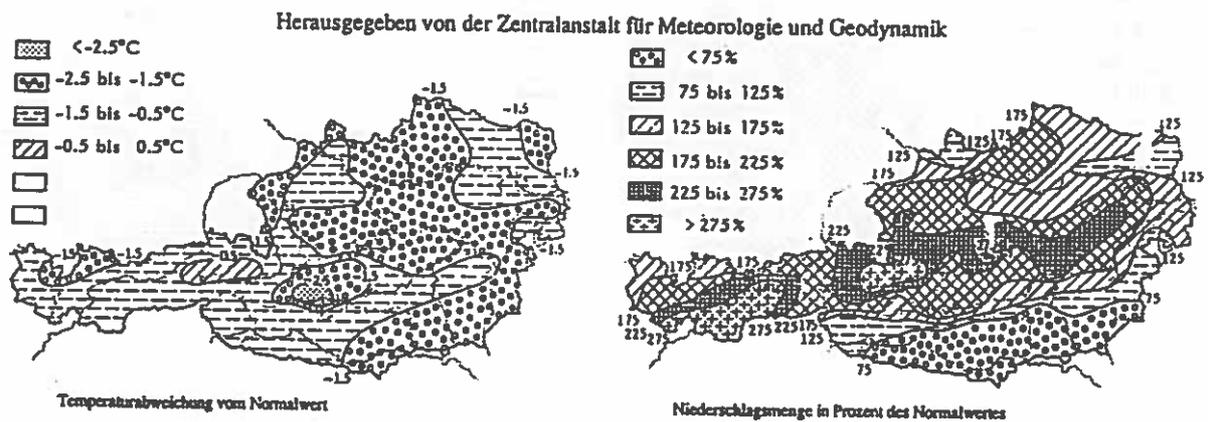


Dezember 1991

Die Temperaturen lagen fast durchwegs um 0,5° bis 2,5°C unter dem Normalwert. Überdurchschnittliche Niederschlagsmengen (bis über 300 % des langjährigen Mittelwertes) wurden im Bereich des Alpenhauptkammes sowie nördlich und östlich davon verzeichnet. Den enormen Niederschlägen gemäß wuchs die Schneedecke (ab ca. 500 m Höhe) stark an. (Obervermont, 1986 m, 205 cm; Rudolfs- hütte 267 cm). Gegen Ende der Niederschlagsperiode fiel Regen bis auf 1500 m.

Die Lawinensituation war in der ersten Monatsdekade im allge- meinen relativ günstig, eine Verschlechterung erfolgte dann durch erhebliche Windverfrachtungen und Schwimmschneebildungen. Ab dem 20. herrschte extreme Lawinengefahr (Neuschneefälle, Wind, starker Temperaturanstieg).

Allein am 22. ereigneten sich im Westen Österreichs 28 Scha- denslawinen. Am 7. gab es das erste Todesopfer und am 21. star- ben nochmals 3 Personen den Lawinentod.

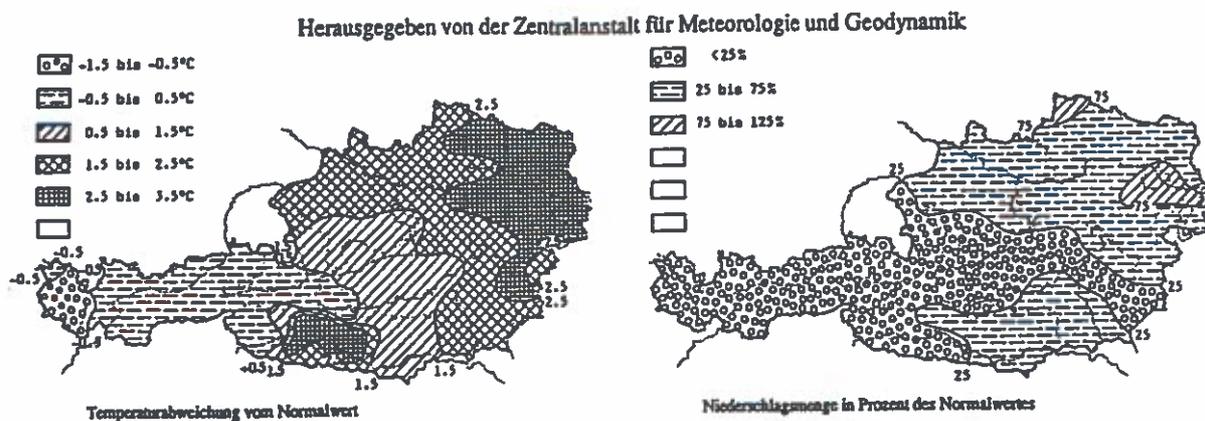


Jänner 1992

Die Lufttemperaturen lagen im Westen Österreichs um den Normalwert (in Vorarlberg, etwas darunter), in den übrigen Landesteilen gab es positive Abweichungen um bis zu + 3,5°C (Oberkärnten).

Die Niederschläge lagen überall unter dem langjährigen Durchschnitt; in West- und Südostösterreich sogar unter 25 %. Am Monatsbeginn führten die milden Temperaturen in allen Höhenlagen zu einer Setzung und Verfestigung der Schneedecke.

Kammnahe, schattseitige Steilhänge bildeten Gefahrenstellen für den Tourengesher; aber erst in der 3. Dekade des Monats erhöhten gebietsweise (Osttirol, Außerfern) Neuschneefälle und Windverfrachtungen auf die verharschte Altschneedecke die Lawinengefahr. Am Monatsende waren die Verhältnisse wieder günstiger. Es ereignete sich nur ein Lawinenunfall, wobei eine Person verletzt wurde.



Februar 1992

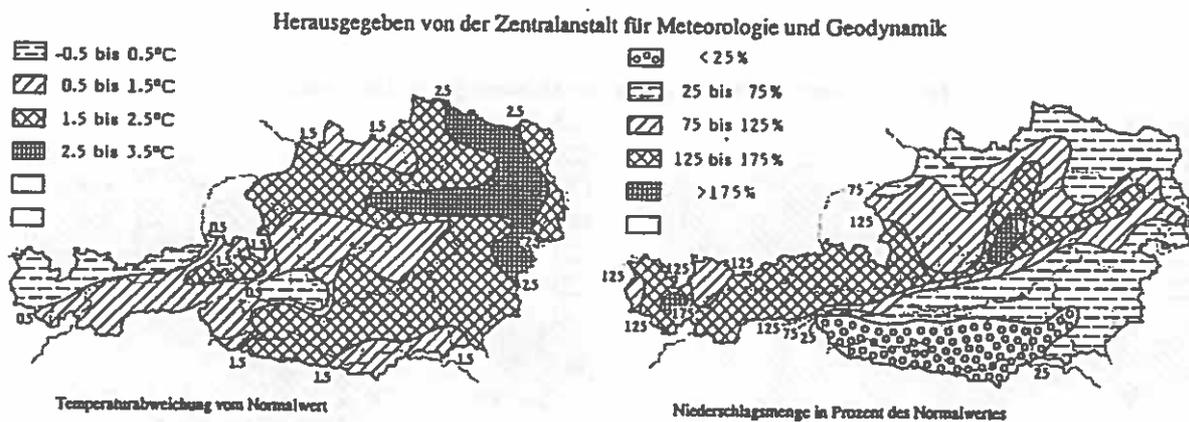
Im Westen lagen die Temperaturen um den Normalwert, die Abweichungen im übrigen Teil Österreichs lagen zwischen + 0,5°C bis + 3° C.

Die Niederschläge blieben im Süden und Südosten unter dem Durchschnitt (25-75 %), im Westen leicht darüber (125 %). Im Arlberggebiet und im Ennstal erreichten sie mehr als 175 % des Erwartungswertes.

Während im Westen oberhalb 600 m den ganzen Monat Schnee lag, aperten im Süden manche Gebiete bis 1000 m aus.

Ab dem 4. stieg die Lawinengefahr infolge von Neuschneefällen bei starker Windeinwirkung erheblich an (im Tourenbereich bis Gefahrenstufe 6 der 6-teiligen Skala). Ab dem 7. besserte sich die Lage wieder langsam, doch blieb eine latente Gefahr bis zum Monatsende bestehen.

Bei 4 gemeldeten Lawinenereignissen gab es zwei Verletzte und einen Toten.

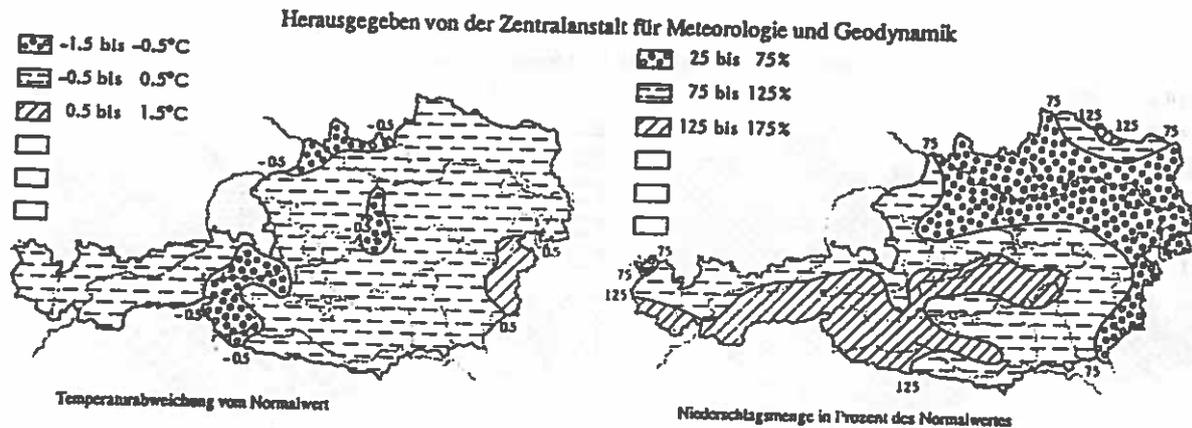


April 1992

Die Lufttemperatur lag überwiegend um den Normalwert. Auch die Monatssummen des Niederschlages entsprachen - im Süden und im Westen-dem Durchschnitt. Der Alpenhauptkamm erhielt 125-175 % des Erwartungswertes.

Schneefälle reichten noch bis 400 m herab, doch aperten fast alle Bereiche unter 1500 m aus.

Am Monatsbeginn herrschte in den Tourengebieten ganz Tirols große Lawinengefahr, auch auf exponierten Verkehrswegen. Ab dem 9. setzte eine langsame Besserung der Situation ein, doch blieb mindestens die Gefahrenstufe 3 erhalten und gegen Monatsende führten neue Schneefälle wieder zu einer Steigerung der Gefahr. Am 18. und am 20. kam je eine Person bei Lawinenunfällen ums Leben.

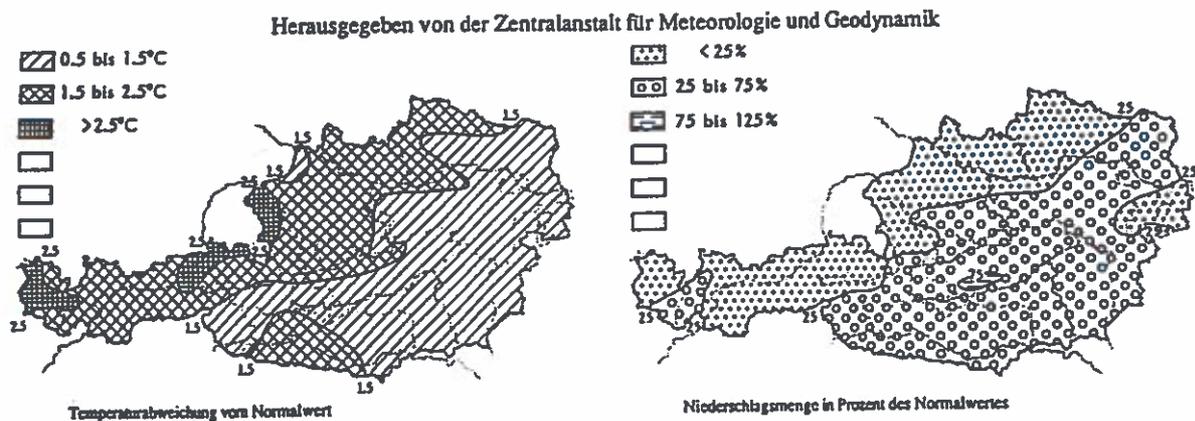


Mai 1992

Das Monatsmittel der Lufttemperatur überschritt in ganz Österreich den Normalwert; im Osten geringfügig, im Norden, Westen und Süden um 1,5° bis 2,5°C; in Vorarlberg, im Unterinntal und nördlichen Salzburg über 2,5°C.

Die Niederschläge lagen überall unter dem langjährigen Durchschnitt. Im Westen und Norden fielen weniger als 25 %, sonst 25 - 50 % des Mittelwertes.

Die Schneedecke blieb nur noch über 2000 m erhalten. Am 8. erschien der letzte Lagebericht des Lawinenwarndienstes des Amtes der Tiroler Landesregierung, welcher für exponierte Verkehrswege und den Tourenbereich eine mäßige Gefahr verzeichnete.



2. STATISTIK

2.1. Übersicht aller gemeldeten Lawinen (nach Bundesländern)

Bundesland	Gemeldete Lawinen	%	Schadenslawinen	%	Unfall-Lawinen	%
Tirol	67	64	62	65	10	48
Vorarlberg	16	15	12	13	2	10
Steiermark	9	9	9	9	3	14
Salzburg	8	7	8	8	6	28
Oberösterreich	4	4	4	4	-	-
Niederösterreich	1	1	1	1	-	-
Summen	105	100	96	100	21	100

Anmerkungen:

Gemeldete Lawinen: Summen aller gemeldeten Lawinen.

Schadenslawinen: Summen aller Lawinen durch deren Abgang irgendein Schaden entstanden ist.

Unfall-Lawinen: Summen aller Lawinen durch deren Abgang Personen erfaßt wurden.

91 % der gemeldeten Lawinen waren Schadenslawinen, 22 % der Schadenslawinen waren Unfall-Lawinen.

2.2. Personenschäden

2.2.1. Anzahl der Unfall-Lawinen (UL) und der Verunglückten (nach Bundesländern)

Bundesland	UL	%	B	%	E	%	VS	%	VL	%	T	%
Tirol	10	48	29	43	24	51	20	54	12	50	3	25
Salzburg	6	29	14	21	11	23	6	16	9	38	1	12,5
Steiermark	3	14	11	16	6	13	6	16	1	4	4	50
Vorarlberg	2	9	13	20	6	13	5	14	2	8	1	12,5
Summen	21	100	67	100	47	100	37	100	24	100	9	100

Anmerkungen:

B = Beteiligte: Alle unmittelbar an einen Lawinenunfall beteiligten Personen, auch wenn sie nicht erfaßt wurden.

E = Erfaste: Alle von einer Lawine erfaßten Personen, auch wenn sie nicht verschüttet wurden.

VS = Verschüttete: Alle von einer Lawine verschütteten Personen, auch wenn sie sich selbst befreien konnten.

teilweise verschüttet: Körperteile sind sichtbar, Kopf ist frei.....16

ganz verschüttet (im medizinischen Sinne): Kopf u. Oberkörper sind unter der

Schneeeoberfläche2

ganz verschüttet: Von den betroffenen Personen ist nichts mehr sichtbar.....19

37

VL = Verletzte

T = Tote

2.2.2. Erfasste, gerettete und getötete Personen und ihre Tätigkeit zum Unfallzeitpunkt

Tätigkeit	Erfasst	%	Selbst- rettung	%	Kamera- denret- tung	%	organi- sierter Einsatz	%	Getötete	%
Schitour	25	53	6	13	12	26	-	7	15	
Variante	9	19	2	4	3	6	2	2	4	
Bergtour	5	11	3	6	2	4	-	-	-	
Dienstausübung	4	4	4	10	-	-	-	-	-	
Fahrt im PKW	2	4	-	-	-	-	2	4	-	
Piste	2	4	1	2	1	2	-	-	-	
Summen	47	100	16	35	18	38	4	8	19	

2.2.3. Tödlich verunglückte Tourengeliker und Urlauber (nach Bundesländern)

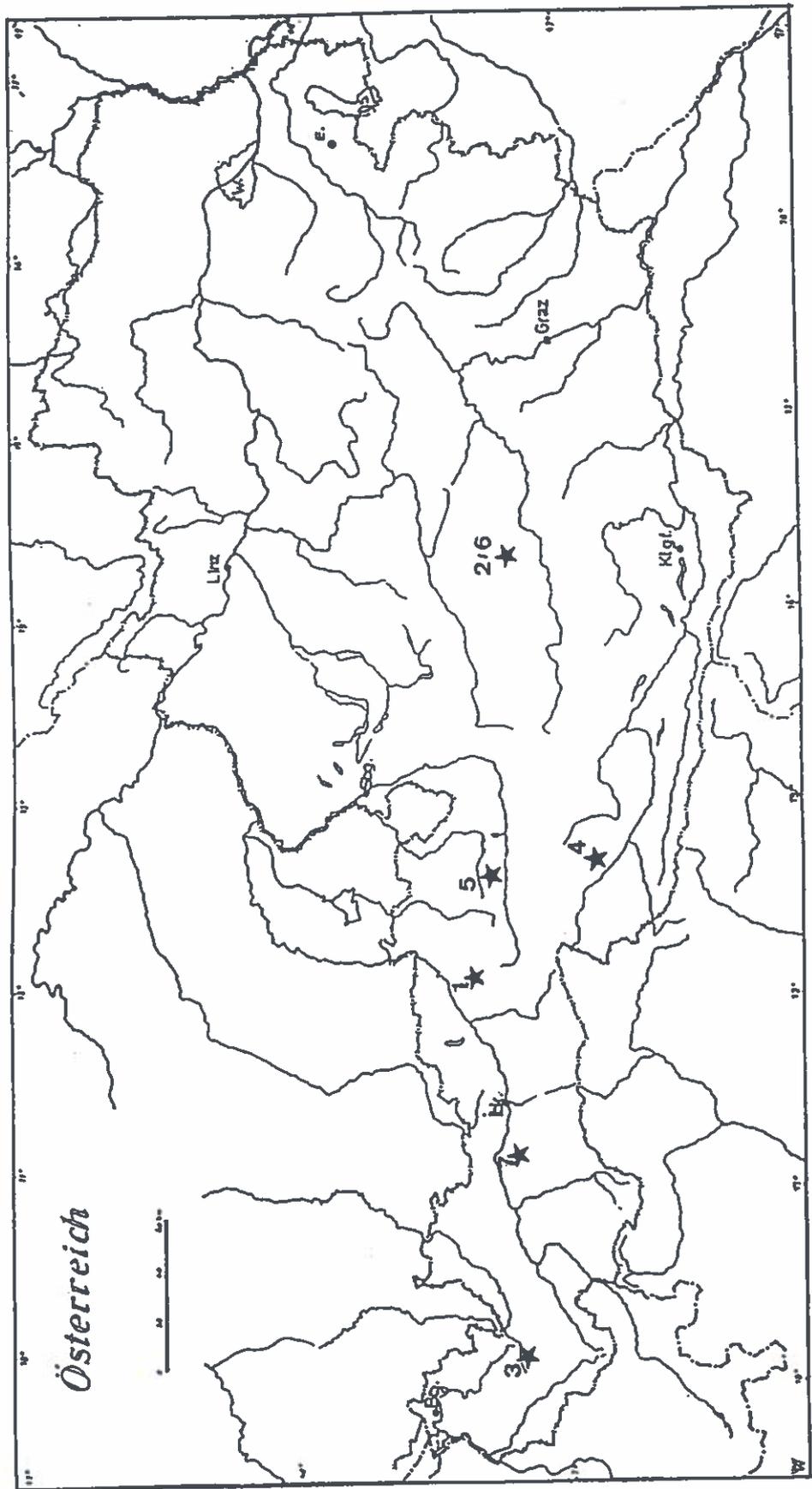
Bundesland	Lawinentote Anzahl	davon Tourengeliker u. Urlauber	%
Steiermark	4	4	44
Tirol	3	3	33
Vorarlberg	1	1	11,5
Salzburg	1	1	11,5
Summen	9	9	100

Anmerkung:
Die Prozentangaben beziehen sich auf das Bundesgebiet

2.2.4. Lawinenunfälle mit tödlichen Ausgang im Winter 1991/92 (Lokalisation, Exposition),
siehe auch Abbildung.

Nummer	Datum	Gemeinde	Bundesland	Beschäftigungs- art zum Unfall- zeitpunkt	Anzahl Tote
-	-	Gebiet, Seehöhe, Exposition	-	-	-
1	07.12.1991	Wildschönau Lempersberg, 1780, NE	Tirol	Skitour	1
2	21.12.1991	Pusterwald Scharnitzalm, 2160, SE	Steiermark	Skitour	3
3	10.02.1992	Lech Wieseles, 1850, NE	Vorarlberg	Variante	1
4	16.03.1992	Debant Leibnitz Törl, 2540, NE	Tirol	Skitour	1
5	25.03.1992	Saalbach- Hinterglemm Lahnkendelgraben, 1800, NE	Salzburg	Variante	1
6	18.04.1992	Pusterwald, Schönfeldspitze, 1980, NE	Steiermark	Skitour	1
7	20.04.1992	St. Sigmund, Schöllekogel, 2500, NNE	Tirol	Skitour	1

Lawinenunfälle mit tödlichem Ausgang (Winter 1991/1992)



2.3. Sachschäden

2.3.1. Verschüttung von Straßen und Wegen (lfm)

Bundesland	Bundes- straßen	Landes- straßen	Gemeinde- straßen	Güterwege	Maut- straßen	Summen
Tirol	140	1325	430	50	5	1950
Vorarlberg	225	15	50	20	-	310
Salzburg	50	-	-	80	-	130
Oberösterreich	15	-	-	5	-	20
Niederösterreich	-	-	25	-	-	25
Steiermark	45	100	150	-	-	295
Summen	475	1440	655	155	5	2730

| 23 |

2.3.2. ÖBB

In Oberösterreich wurden 30 lfm Gleisanlagen verschüttet

2.3.3. Wald- und Flurschäden

Tirol: 10,1 ha Wald zerstört, 4,5 ha Flurschäden
Kärnten: 3,0 ha Wald zerstört

Weitere Meldungen liegen nicht vor

2.3.4. Schäden an Gebäuden und Leitungen

	beschädigt	zerstört
Wohnhäuser	1	-
Wirtschafts- gebäude	2	2
Liftanlagen	1	1
Garagen und Schuppen	2	3
Telefonleitung	50 lfm	-

2.3.5. Schäden an Fahrzeugen

	beschädigt	zerstört
PKW's	13	4
Pistenraupe	1	-

2.3.6. Tiere

Am 4. Mai 1992 wurden in Tirol 27 Schafe durch einen Lawinenabgang getötet.

2.3.7. Sonstige Schäden

Lattenzaun: 520 lfm zerstört
2 Verkehrszeichen, 2 Wegweiser, 1 Straßenlaterne beschädigt

2.4. Klassifikation der Lawinenabgänge nach Anrißmerkmalen (Kriterien A und G der internationalen morphologischen Lawinenklassifikation).

	Nov	Dez	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Summen	%
Von einem Punkt aus anreißend (Lockerschneelawine)	1	1	-	-	-	-	-	2	2
	-	5	-	-	1	-	-	7	7
	-	1	-	-	-	-	1	10	1
									10
Von einer Linie aus anreißend (Schneebrettlawine)	-	7	-	1	9	2	-	19	17
	-	33	1	1	11	4	2	52	50
	-	3	-	1	1	-	-	5	5
									72
nicht klassifizierbar	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	-	4	-	-	1	7	-	12	11
	-	2	1	2	2	-	-	7	7
									18
Summen	1	56	2	5	25	14	2	105	100
									100

Anmerkung: o. A. = ohne Angabe

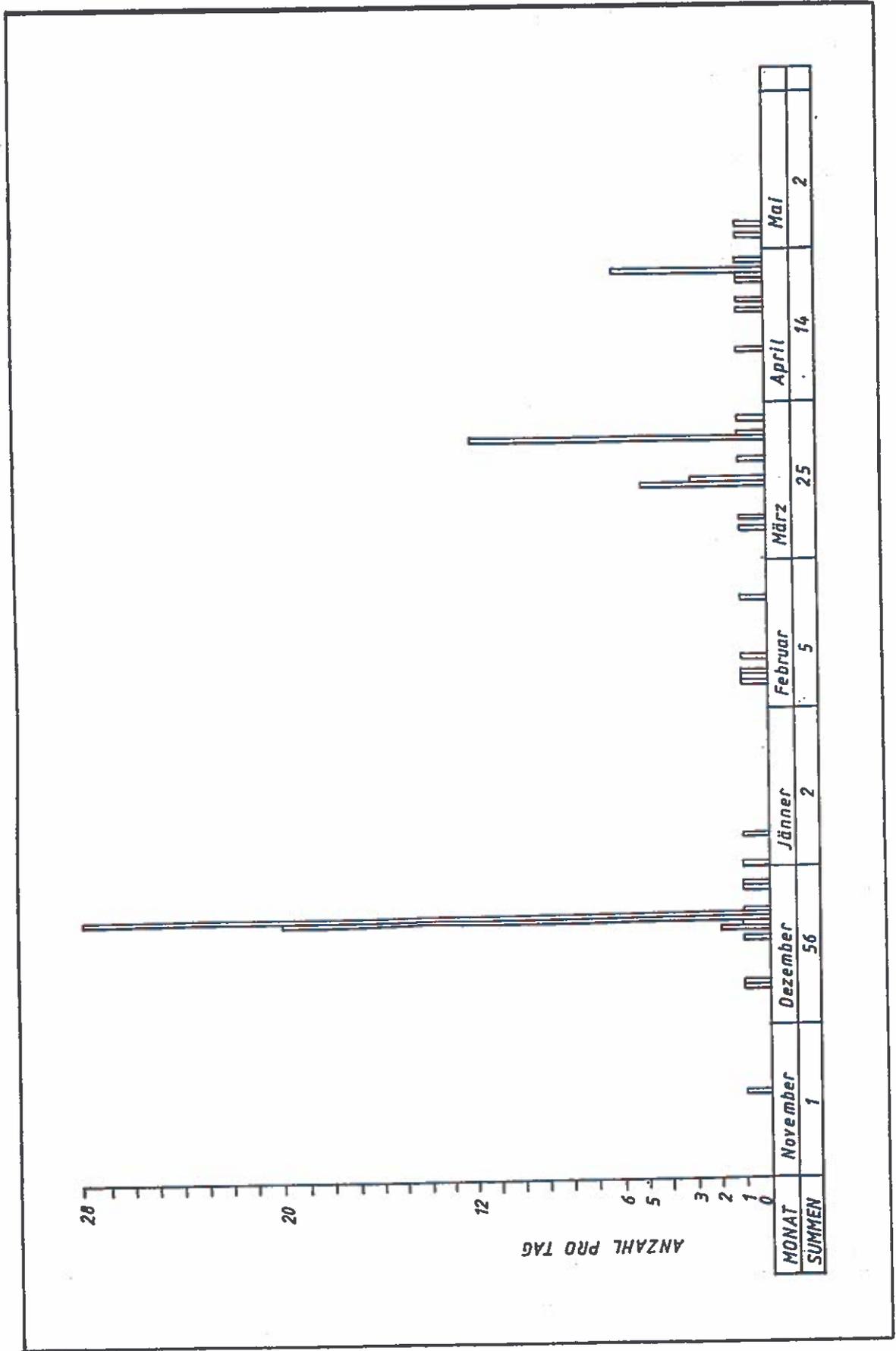
2.5. Gliederung der Anrißgebiete in bezug auf die derzeitige Waldgrenze (WG)

	Über der WG	An der WG	Unter der WG	Unbekannt	Gesamt
Anzahl	80	7	11	7	105
%	76	7	10	7	100

2.6. Tage mit Lawinenabgängen (siehe auch Diagramm)

November	17.
Dezember	7., 8., 17., 19., 21., 22., 23., 27., 28
Jänner	1., 6.
Februar	5., 6., 7., 10., 22.
März	6., 8., 15., 16., 20., 24., 25., 28.
April	10., 18., 20., 24., 25., 26., 28.
Mai	2., 4.

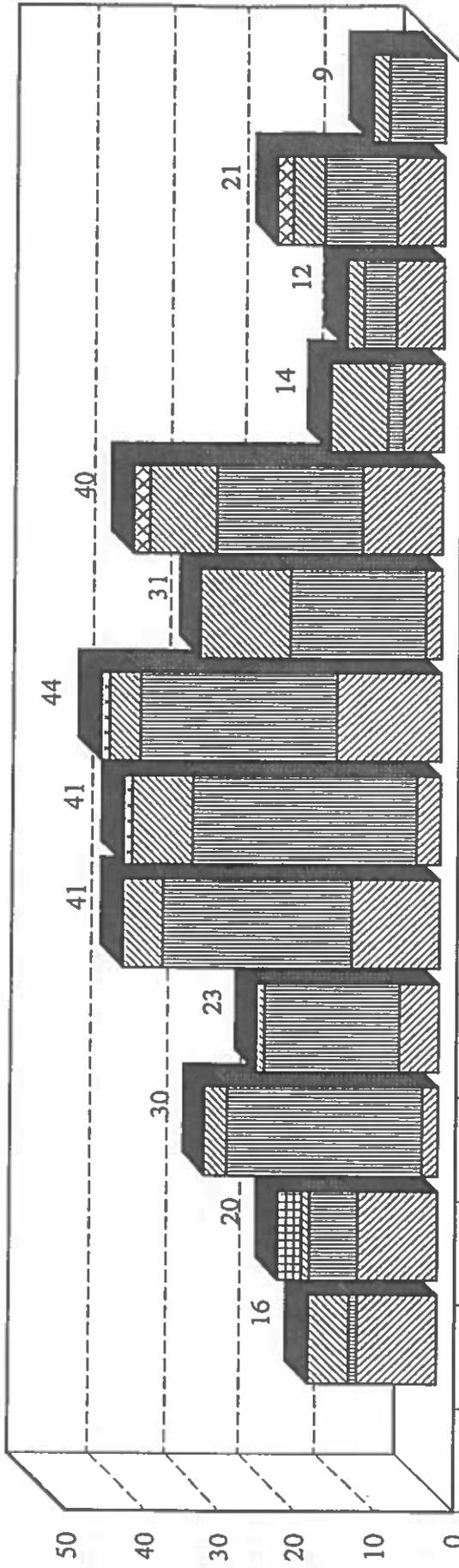
Tage mit Lawinenabgängen



2.7. Gesamtbilanz der Opferstatistik für den Zeitraum 1979/80 - 1991/92

Anzahl der Lawinentoten 1979/80-1991/92

Lawinentote



	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92
Summe	16	20	30	23	41	41	44	31	40	14	12	9	
Piste													
Loipe		3											
Variante	5	1	3	1	5	8	4	12	9	7	2	4	2
Tour	1	6	25	17	25	29	26	17	19	2	4	9	7
Sonstige	10	10	2	5	11	3	13	2	10	5	6	6	
SUMME	342												

Jahre

Legende

Sonstige
 Tour
 Variante
 Loipe
 Piste

FBVA: Inst. für Lawinenkunde

2.8. Lawinentote pro km² Alpenflächenanteil
im Zeitraum 1967 - 1991

Alpen- Flächenanteil	in km ²	Lawinentote 1967-1991	T/km ²
Österreich	- 57 300	656	0,0114
Frankreich	- 30 200	672	0,0223
BRD	- 6 800	69	0,0101
Schweiz	- 24 700	692	0,0280
Italien	- 50 000	485	0,0097
Slowenien	- 7 000	58	0,0083

Anmerkung: Bevölkerungsdichte und Besuchsfrequenz der Gebiete sind nicht berücksichtigt

3. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Von 105 gemeldeten Lawinen des Winters 91/92 waren 96 Schadenslawinen, 21 waren Unfall-Lawinen mit Personenschäden. Insgesamt waren 67 Personen an Lawinenunfällen beteiligt, 46 davon wurden von einer Lawine erfaßt, 37 verschüttet, 24 verletzt und 9 getötet.

Von den verunfallten (nicht tödlich verunglückten) Personen wurden 4 durch recht aufwendig organisierte Einsätze gerettet, 18 durch Kameradenhilfe, 16 konnten sich selbst befreien.

In der Steiermark starben 4 Menschen, in Tirol 3 und in Vorarlberg und Salzburg jeweils 1 Person den Lawinentod.

Von den 9 Todesopfern befanden sich 7 auf Schitour und 2 waren Variantenfahrer.

Im Monat Dezember starben 4 Personen, im Februar 1, im März 2 und im April nochmals 2 durch Lawinenverschüttung.

Von den 105 gemeldeten Lawinenabgängen im Winterhalbjahr 91/92 ereigneten sich im November 1, im Dezember 56, im Jänner 2 im Februar 5, im März 25, im April 14 und im Mai 2. Am 21. und 22. Dezember kam es zu 49 Lawinenabgängen.

Die Sachschäden betrafen viele Bereiche des Siedlungs-Verkehrs- und Wirtschaftswesens. 2730 lfm Straße und Wege wurden verschüttet (475 lfm Bundesstraße; 1440 lfm Landesstraße, 655 lfm Gemeindestraße, 155 lfm Güterweg und 5 lfm Mautstraße) und 30 lfm Gleisanlagen der ÖBB.

Durch Lawinenabgänge wurden (in Tirol) 10,1 ha Wald zerstört, 4,5 ha Flur verwüstet (inkl. 520 lfm Lattenzaun), einige Verkehrseinrichtungen beschädigt und 27 Schafe getötet.

2 Wirtschaftsgebäude wurden zerstört, 2 beschädigt. Auch ein Wohnhaus (mit Zimmervermietung), 2 Garagen bzw. Schuppen sowie 50 lfm Telefonleitung und eine Schleppliftanlage wurden beschädigt. Desweiteren wurden 13 PKWs und eine Pistenraupe beschädigt und 4 PKWs und eine Schleppliftanlage zerstört.

Nach der Form des Anrisses wurden 72 % als Schneebrettlawinen (von einer Linie anreißend) und 12 % als Lockerschneelawinen

(von einem Punkt aus anreißend) klassifiziert. 18 % konnten nicht klassifiziert werden.

In 76 % der Fälle lagen die Anrißgebiete über der derzeitigen Waldgrenze, in 7 % an der Waldgrenze und in 10 % darunter, 7 % blieben unbekannt.

Die gemeldeten 105 Lawinenabgänge ereigneten sich an insgesamt 34 verschiedenen Tagen zwischen dem 17. November 1991 und dem 4. Mai 1992.

An 5 Tagen kam es zu mehr als drei Ereignissen, allein am 21. und 22. Dezember 1991 gingen 46 % aller Lawinen des Winters 91/92 ab.

Zur Wetterlage um den 21./22. Dezember 1992:

Durch eine zügige Westströmung vom 18. bis 23.12 1991 gelangten milde und zeitweise sehr feuchte Luftmassen nach Österreich. Die Schneefallgrenze lag zunächst bei 400-600 m. Am 21. traten im Westen starke Schneefälle auf, die am 22. auch den Süden erfaßten. Die nachfolgende Warmfront ließ die Schneefallgrenze bis 1500 m ansteigen. Dabei hielt der Niederschlag mit großer Intensität an. Die Lawinensituation war äußerst kritisch.

4. ZUSAMMENFASSUNG TEIL I

Zusammenfassung

Viele glückliche Umstände und auch das rasche Auffinden von Verschütteten mittels VS Geräten in etlichen Fällen führten zu einer niedrigen Opferbilanz im Winter 1991/92. Alle Todesfälle (insgesamt 9) sind den Schitourengehern (7) und Variantenfahren (2) zuzurechnen.

Extreme Niederschlagsmengen (Neuschnee, anschließend Regen bis auf 1500 m hinauf) im Bereich des Alpenhauptkammes um den 20. Dezember führten zu einer sehr kritischen Situation in den betroffenen Landesteilen. Am 21. und 22. Dezember ereigneten sich fast 50 % der Lawinenabgänge des ganzen Winters.

Im Tourenbereich gab es den ganzen Winter hindurch wenige Perioden mit sicheren Verhältnissen.

Der Winter 91/92 war wieder schneereicher, als die 3 Voragegangen.

Summary

Death toll in the winter of 1991/92 was relatively low due to lucky circumstances and quick location with avalanche search devices of a considerable number of buried persons. The nine persons killed were touring skiers (7) and skiers outside marked ski runs (2).

Around 20 December 1991 extreme precipitation (new-fallen snow followed by rain up to 1,500 m a.s.l) in the region of the main Alpine crest led to a critical situation in the affected areas. Almost 50 % of all avalanches of this winter occurred on 21 and 22 December.

Throughout the whole winter there were few periods of safe conditions for touring skiing.

The winter of 1991/92 was richer in snow than the three previous ones.

5. QUELLENNACHWEIS/LITERATUR (Teil I)

JAHRBÜCHER des österr. Kuratoriums für alpine Sicherheit
(Lawinenunfälle in den österr. Alpenländern, Verfasser Dr. H.
Bauer)

LAGEBERICHTE des Lawinenwarndienstes beim Amt der Tiroler Lan-
desregierung

LAWINENMELDUNGEN der Sektionen des forsttechnischen Dienstes
für Wildbach und Lawinenverbauung

LAWINENMELDUNGEN und Vorfällenheitsberichte der Landesgendarme-
riekommanden

ANENA, D.R.NM.:

Bilan des avalanches. ANENA Grenoble, Neige et avalanches No
49, novembre 1989, p. 16 - 22 (1989)

ANENA:

Bilan des avalanches. ANENA Grenoble, Neige et avalanches No
52, octobre 1990, p. 22 - 24 (1990)

AULITZKY, H. et al:

Vorläufige Studienblätter zu der Vorlesung Wildbach- und Lawi-
nenverbauung. Eigenverlag des Institutes für WLW, Hochschule
für Bodenkultur Wien (1979)

LUZIAN, R.:

Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich (Winter
1987/88-1990/91), FBVA-Berichte, Schriftenreihe d. FBVA Wien,
Heft 68, S.81 und 83 (1992)

MERWALD, I.:

Über die Lawinenstatistik in Österreich. In: Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung, Mittlg. der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien, Heft 153, S. 191 - 204 (1984)

MERWALD, I.:

Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich (Winter 1980/81 und 1981/82). FBVA-Berichte. Schriftenreihe der FBVA Wien, Heft 17, S. 52 (1987)

SCHAFFHAUSER, H.; HÖLLER, P.; HAUKE, E.:

Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich (Winter 1984/85 und 1985/86). FBVA-Berichte, Schriftenreihe der FBVA Wien, Heft 16, S. 70 (1986)

SCHAFFHAUSER, H.:

Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich (Winter 1986/87). FBVA-Berichte, Schriftenreihe der FBVA Wien, Heft 35, S. 36 (1988)

TUAILLON, J.:

Bilan des avalanches saison 1990/91. ANENA Grenoble. Neige et avalanches No 56, janvier 1992, p. 3 - 7 (1992)

VALLA, F.:

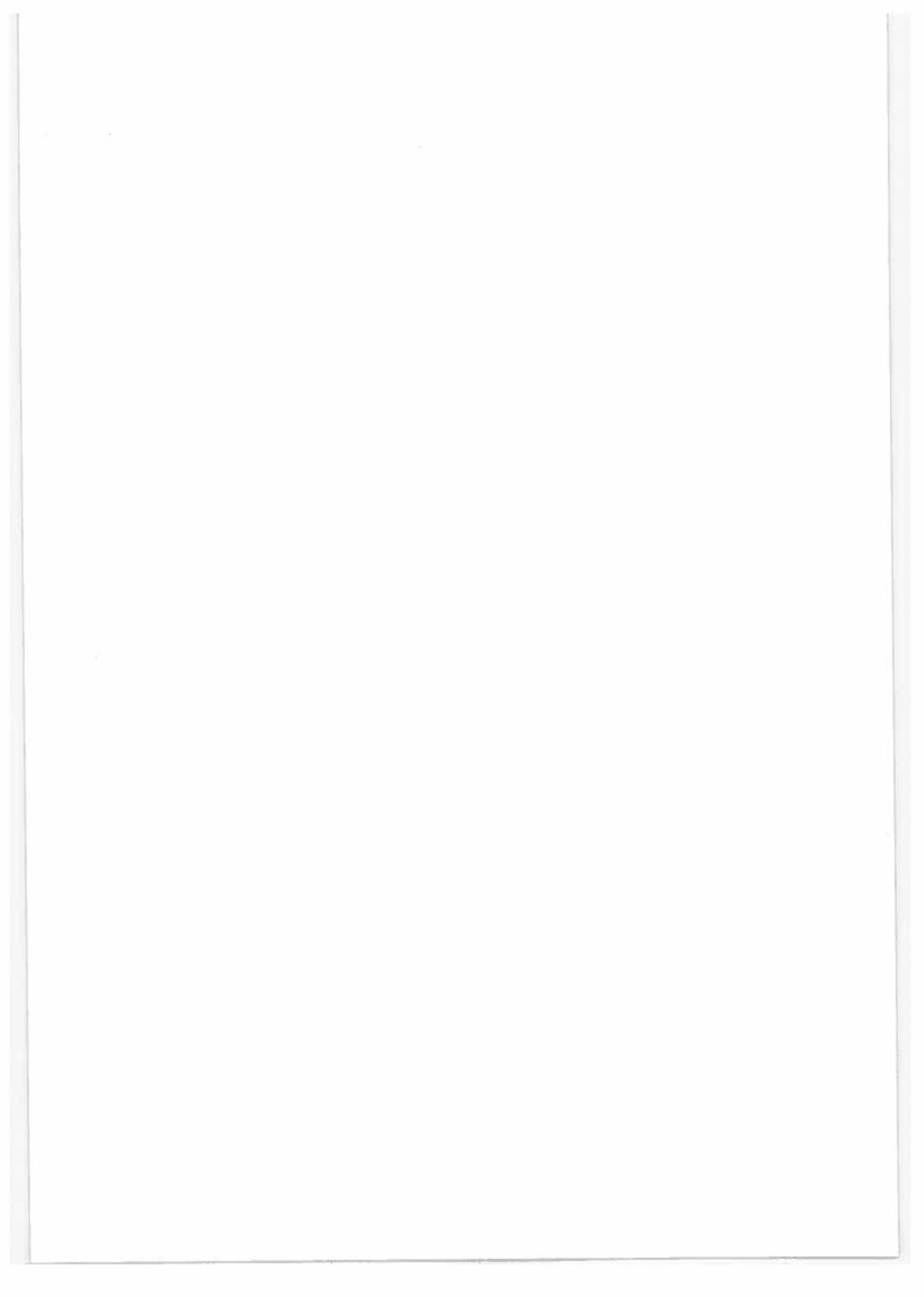
Accidents d'avalanches dans les Alpes, evolution au cours de la decennie 1975 - 1985. ANENA Grenoble, Neige et avalanches No 42, fevrier 1987, p. 3 - 14 (1987)

VALLA, F.:

Compte rendu de la sous commission avalanche de la commission internationale de secours alpin (Cisa-Ikar), ANENA Grenoble, Neige et avalanches No 47, decembre 1988, p. 28 - 32 (1988)

ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK:

Jahres- und Monatsübersichten der Witterung in Österreich für das Winterhalbjahr 1991/92



T E I L I I

FACHBEITRÄGE

6.DIE VIER PHASEN DER LAWINENVERSCHÜTTUNG

Hermann Brugger, Bruneck-Brunico

Markus Falk, Innsbruck

Vortrag anlässlich des Workshops "Lawinenverschüttung - Überlebenschance" am Institut für Lawinenkunde (FBVA) in Innsbruck am 20.05.1992.

Zusammenfassung

Zielsetzung dieser Studie ist eine Phaseneinteilung der Lawinenverschüttung, um die pathophysiologischen Unterschiede im Zeitablauf der Verschüttung für den Notarzt, Bergrettungsmann und Skitourengeher besser verständlich zu machen. Durch die Verwendung präziser Daten über die Verschüttungszeit und die biostatistische Auswertung nach dem Turnbullverfahren wird die Überlebensfunktion präzise dargestellt (Abb.1). Aufgrund pathophysiologischer Überlegungen teilen wir die Lawinenverschüttung in folgende vier Phasen ein (Abb.2):

1. Überlebensphase: bis 15 Minuten nach Verschüttung. Die Überlebenswahrscheinlichkeit ist mit 93% höher als bisher angenommen.

2. Asphyxiephase (Erstickungsphase): zwischen 15 und 45 Minuten Verschüttungszeit. Die Überlebenswahrscheinlichkeit fällt wegen der zahlreichen Erstickungstoten von 93% auf 26% steil ab ("tödlicher Knick").

3. Latenzphase: 45 Minuten nach der Verschüttung bis zum Zeitpunkt der Bergung. Bei genügend großer Atemhöhle befindet sich der Verschüttete in einer "Phase relativer Sicherheit" mit geringer Letalität.

4. Bergungsphase: von der Bergung bis zur Aufnahme in ein Krankenhaus. Erhöhtes Risiko durch Gefahrenmomente während und nach der Bergung.

Aus dem wesentlich steileren und tieferen Kurvenverlauf der Überlebensfunktion, als bisher angenommen, ergibt sich die Schlußfolgerung, daß das Schicksal eines Verschütteten in erster Linie von der Effizienz der Kameradenhilfe abhängt. Die Erfolgsaussichten der organisierten Rettungsmannschaften sind vergleichsweise gering, da eine Bergung durch sie meist erst in der Latenzphase erfolgt. Eine Senkung der hohen Letalität von Lawinenunfällen (54%) läßt sich am ehesten auf zwei Wegen erreichen: durch eine Verbesserung der Kameradenhilfe mit dem Ziel, mehr Verschüttete als bisher innerhalb der 15-Minuten-Frist zu bergen und, vorbeugend, durch ein gefahrenbewußteres Verhalten der Skitourengeher.

Schlüsselwörter

Asphyxie, Kameradenhilfe, Lawinenverschüttung, organisierte Rettung, Phaseneinteilung, Turnbull-Algorithmus.

Schweizer Daten und Turnbullalgorithmus

In unserer Untersuchung (1) wurden 332 Lawinenverschüttungen der Schweiz vom Jahr 1981 bis 1989 ausgewertet, die in den Winterberichten des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung/Davos (5) veröffentlicht sind. In die Studie aufgenommen wurden nur "ganzverschüttete" Personen (Verschüttung von Kopf und Oberkörper) und Unfälle, die sich im freien, alpinen Gelände ereignet haben. Die Gesamtzahl beträgt 332 Fälle. Ausgeschlossen wurden Lawinenunfälle, bei denen sich die Verschütteten in Gebäuden oder auf öffentlichen Verkehrswegen befanden sowie Arbeitsunfälle. Die Untersuchung betrifft also in erster Linie Touren- und Variantenskifahrer. Das vorliegende Datenmaterial wird mit einem Verfahren aus der Überle-

benszeitanalyse (3) ausgewertet, wobei das Ziel die Bestimmung einer Überlebensfunktion ist. Diese Funktion gibt zu jedem Zeitpunkt die Wahrscheinlichkeit an, diesen zu überleben (Überlebenswahrscheinlichkeit). Aus der Bergungszeit soll zunächst für jeden Verschütteten der zugehörige Todeszeitpunkt und somit seine Überlebenszeit bestimmt werden. Dazu müssen wir zwei Fälle unterscheiden.

Fall 1: der Verschüttete wurde tot geborgen; dann ist er mit Sicherheit in der Zeit zwischen Verschüttung und Bergung verstorben. Seine Überlebenszeit liegt also in diesem Zeitintervall.

Fall 2: der Verschüttete wurde lebend geborgen; wäre er erst später gefunden worden, so könnte er in der Zwischenzeit verstorben sein. Der Todeszeitpunkt liegt also beginnend bei der Bergungszeit bis zu einem nicht näher bestimmbareren Zeitpunkt nach der Bergung. Dieser ist mathematisch als Unendlich interpretiert. Auch hier ist die Überlebenszeit durch dieses Intervall bestimmt.

Überlebenszeiten, die, wie in unserem Fall, durch Intervalle bestimmt sind, nennt man intervallzensierte Überlebenszeiten (9). In den siebziger Jahren und später wurden hierfür Schätzer entwickelt, die auf dem Turnbull Verfahren (11) aufbauen. Zur Berechnung der Überlebensfunktion wählten wir die Darstellung bei Malsiner (8).

$$S^{(k+1)}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ 1 \cdot I[x < l_i] + \frac{S^{(k)}(x) - S^{(k)}(r_i)}{S^{(k)}(l_i) - S^{(k)}(r_i)} \cdot I[l_i \leq x < r_i] \right\}$$

Mit diesem Verfahren waren wir in der Lage, das Datenmaterial und die daraus resultierende Überlebensfunktion in ihrem Verlauf sehr genau zu präsentieren (Abb.1). Der von uns ermittelte Kurvenverlauf stellt die Überlebenswahrscheinlichkeit in Prozent in Abhängigkeit von der Verschüttungsdauer in Minuten dar

und wird im folgenden genauer erläutert. Die Letalitätsrate läßt sich indirekt aus der Steilheit des Kurvenverlaufs ableiten.

Bis 15 Minuten: Hohe Überlebenswahrscheinlichkeit

Von den 105 Ganzverschütteten, die in den ersten 15 Minuten nach Lawinenabgang geborgen wurden, haben 98 Personen überlebt, 5 waren tödlich verletzt, bei 1 Verschütteten wurde die Erste-Hilfe-Leistung unterlassen, 1 Lawinenopfer erstickte nach einer Verschüttungsdauer von 15 Minuten. Die Überlebenswahrscheinlichkeit beträgt 93% (Abb.1) und ist somit wesentlich höher als bisher angenommen (ca. 65%) (10). Die Letalität in diesem Zeitabschnitt ist gering und fast ausschließlich auf tödliche Verletzungen zurückzuführen. Es haben also praktisch alle Verschütteten diese erste Viertelstunde schadlos überlebt, sofern sie nicht tödliche Verletzungen erlitten haben und Erste Hilfe geleistet wurde.

15-45 Minuten: "Tödlicher Knick" durch Asphyxie (rasches Erstickten)

Anschließend tritt ein steiler Abfall der Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen 15 und 45 Minuten von 93% auf 26% ein (Abb.1). Ab der Verschüttungszeit von 15 Minuten wurden die ersten unverletzten, erstickten Todesopfer geborgen, welche trotz intensiver Wiederbelebungsversuche nicht mehr zu retten waren (warm und tot). Im Vergleich zur bisherigen Annahme (10) beginnt der Kurvenabfall also später, vollzieht sich aber dann umso steiler und tiefer: bei 45 Minuten liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit bei der Hälfte des bisher angenommenen Wertes (ca. 50%). Dieser "tödliche Knick" der Überlebensfunktion entspricht pathophysiologisch dem raschen Absinken der Wiederbelebungschance bei akuter Asphyxie, wie es aus der Notfallmedizin bekannt ist (6). Ob der Erstickungstod durch einen luftdichten Abschluß von Mund und Nase durch den Lawinenschnee erfolgt, durch Thoraxkompression ("negatives Barotrauma"), Laryn-

gospasmus (Verschluß der Stimmritze) oder Aspiration (Eindringen von Fremdkörpern in die tiefen Atemwege), sei dahingestellt, jedenfalls besteht in diesem Zeitabschnitt für den Verschütteten das weitaus größte Risiko. Durch die zahlreichen Erstickungstoten kommt es zu einem schmalen, aber sehr hohen Letalitätsgipfel.

Ab 45 Minuten: Überleben nur mit Atemhöhle

Ab der Verschüttungsdauer von 45 Minuten geht die Überlebenswahrscheinlichkeit in einen flachen Verlauf über (Abb.1). Man kann von der pathophysiologischen Voraussetzung ausgehen, daß ein Ganzverschütteter diesen Zeitraum nur dann überleben kann, wenn er über eine Sauerstoffreserve und über Thoraxfreiheit für die Atembewegung verfügt. Mit einer ausreichend großen Atemhöhle kann er dann jedoch durchaus stundenlang in "relativer Sicherheit" weiterleben. Im hier untersuchten Beobachtungszeitraum betrug die längste überlebte Verschüttungsdauer 16 Stunden. Die geringe Letalität ab 45 Minuten ist einerseits auf das relativ langsame Abkühlen (3°C pro Stunde) unter der isolierenden Schneedecke zurückzuführen, andererseits auf den sinkenden Sauerstoffverbrauch nach Überwinden des Kältezitterns. Einzelberichte zeigen, daß bei Schneearten mit einem hohen Porenanteil (Neuschnee, Pulverschnee) (7) auch eine relativ kleine Atemhöhle ein mehrstündiges Überleben ohne Restschäden ermöglicht. Die Zahl dieser "Langzeitüberlebenden" ist jedoch gering: insgesamt wurden in dieser Studie nur 20 Personen später als 45 Minuten nach der Verschüttung noch lebend geborgen.

Gefahren während der Bergung

Die Zeit nach der Bergung wird hier zwar statistisch nicht erfaßt, bedeutet rein empirisch aber wiederum ein erhöhtes Risiko für den Verschütteten: durch die Gefahren des Zertretens der Atemhöhle während der Bergung und des Nachkühlens ("after drop") bei Kälte und Wind mit Herzkreislaufstillstand. Durch den hohen Ausbildungsgrad der Rettungsmannschaften, durch den

Einsatz der Flugrettung und die medizinische Soforthilfe am Lawinenkegel ist die Zahl dieser Spätopfer jedoch deutlich gesunken.

Stirbt man in großer Tiefe schneller?

Die mittlere Verschüttungstiefe beträgt in dieser Studie 104,3+/-84,1 cm. Was den Einfluß auf die Überlebenswahrscheinlichkeit betrifft, so konnten wir einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Verschüttungstiefe und Verschüttungsdauer feststellen (Tabelle 1): je tiefer ein Verschütteter im Schnee zu liegen kommt, desto später wird er geborgen. Allein durch diesen engen Zusammenhang ist die Chance auf Lebendbergung bei tiefer Verschüttung wesentlich schlechter als bei weniger tief verschütteten Personen. So beträgt etwa die mediane Verschüttungsdauer bei einer Verschüttungstiefe von mehr als einem Meter 120 Minuten. Zu diesem Zeitpunkt ist durch den steilen Verlauf der Überlebenswahrscheinlichkeit die Chance auf Lebendbergung bereits auf unter 10% abgesunken (Abb.1). Eine klare Trennung der Überlebenswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Verschüttungstiefe, wie sie von De Quervain 1963 (4) vermutet und graphisch dargestellt wurde, konnten wir hier nicht bestätigen. Die ermittelte Überlebensfunktion und die damit verbundene Phaseneinteilung gelten somit für jede Verschüttungstiefe.

Phaseneinteilung der Lawinenverschüttung

Aus der pathophysiologischen Interpretation des Verlaufes von Überlebenswahrscheinlichkeit und Letalität läßt sich die Lawinenverschüttung in folgende vier Phasen einteilen (2), wie in Abbildung 2 dargestellt wird.

Phase 1: Überlebensphase (survival phase)

Zeitraum bis 15 Minuten nach der Verschüttung. Es besteht eine 93%ige Überlebenswahrscheinlichkeit bei einer Bergung innerhalb dieser Zeit. Die geringe Letalität ist fast ausschließlich auf tödlich Verletzungen zurückzuführen.

Phase 2: Asphyxiephase (asphyxia phase)

Verschüttungszeit von 15 bis 45 Minuten. Aufgrund der akuten Erstickungsgefahr besteht in diesem Zeitabschnitt die höchste Letalität und ein "point of no return" für alle Verschütteten ohne Atemhöhle und Thoraxfreiheit. Dies betrifft die Mehrzahl aller Verschütteten.

Phase 3: Latenzphase (latent phase)

Ab 45 Minuten Verschüttungsdauer bis zum Zeitpunkt der Bergung. Erlebt wird diese Phase nur von einem kleinen Anteil aller Verschütteten. Mit einer ausreichenden Atemhöhle befindet sich der Verschüttete jedoch in einer "Phase relativer Sicherheit" mit geringer Letalität.

Phase 4: Bergungsphase (rescue phase)

Vom Zeitpunkt der Bergung bis zur Aufnahme in ein Krankenhaus. Wiederanstieg der Letalität durch äußere Gefahrenwirkung: Zertreten der Atemhöhle, rasches Abkühlen bei Kälte und Wind, "after drop" und Kreislaufstillstand.

Grenzen der organisierten Rettung

Aus den untersuchten Daten geht weiters hervor, daß die jährliche Gesamtletalität bei Ganzverschüttung 54% beträgt (Abb.3) und sich im Verlaufe der beobachteten 8 Jahre nicht vermindert hat. Dieses enttäuschende Ergebnis gilt für alle Alpenländer. Trotz Verbesserung der Rettungsmethoden und trotz größtem technischen und personellen Einsatz ist es nicht gelun-

gen, den Prozentsatz an Totbergungen zu vermindern. Eine Erklärung dafür liegt wiederum im steilen Abfall der Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen 15 und 45 Minuten (Abb.1): die Bergung durch organisierte Rettungsmannschaften erfolgt zu 86% in der Latenzphase, nur 14% fallen in die Asphyxiephase, keine einzige Bergung gelang in der Überlebensphase. Sie liegt also meist im flachen Teil der Kurve ab 45 Minuten, wo sich die Überlebenswahrscheinlichkeit bereits auf einem sehr niedrigen und annähernd gleichbleibenden Niveau befindet. In dieser Phase lebt nur mehr die kleine Anzahl an Verschütteten, die über eine Atemhöhle verfügt, der große Rest ist bereits in der Asphyxiephase erstickt. Die organisierte Rettung kommt für diese Verschütteten zu spät. Die Prognose würde sich erst dann bessern, wenn die Bergung wesentlich früher erfolgen könnte, sie würde ihren optimalen Wert in den ersten 15 Minuten erreichen, einem Zeitraum, der von der organisierten Rettung auch in Zukunft nicht erreicht werden kann. In diesem Zusammenhang ist es bezeichnend, daß in dieser Studie die Wahrscheinlichkeit einer Lebendbergung durch Rettungsmannschaften bei 13% lag, während die Kameradenhilfe eine Erfolgsquote von 71 % aufweisen konnte. Eine markante Verbesserung der Prognose bei Lawinenverschüttung ist deshalb von der organisierten Rettung auch bei einem weiteren Aufrüsten der Rettungs- und Medizintechnik kaum mehr zu erwarten. Ihre Hauptaufgabe bleibt das Bestreben, das erhöhte Risiko in der Bergungsphase durch behutsames Vorgehen bei der Bergung, medizinische Soforthilfe am Unfallort und während des Transportes so niedrig wie möglich zu halten, um die Anzahl der Spätopfer zu vermindern.

Die Bedeutung der Kameradenhilfe

Aus der Chronologie der Phaseneinteilung wird deutlich, daß die Zeit, in der eine reelle Chance besteht, lebend geborgen zu werden, mit 15 Minuten äußerst kurz bemessen ist. Der extrem steile Abfall der Überlebensfunktion zwischen 15 und 45 Minuten (Abb.1) zeigt, daß sich das Drama der Lawinenverschüttung in diesen 30 Minuten abspielt. Hier wird die entscheidende Bedeutung der Kameradenhilfe sichtbar. Eine deutliche Senkung der

Mortalität halten wir nur dann für möglich, wenn man sowohl "im Vorfeld der Ereignisse" (Berghold) im Sinne einer Prophylaxe ansetzt als auch eine Verbesserung der Kameradenhilfe anstrebt mit dem Ziel, den Anteil an 15-Minuten-Bergungen zu vergrößern. Die kurze Frist, in der man einen Verschütteten mit hoher Wahrscheinlichkeit lebend bergen kann, sollte jedem Tourengeher bekannt sein. Er sollte sich dessen bewußt sein, daß im Unglücksfall die Schnelligkeit der Bergung für das Schicksal eines Kameraden entscheidend ist und dieses im wesentlichen von der Effizienz seiner Hilfe abhängt. Berücksichtigt man aber, daß auch ein Geübter mit einem Verschüttetensuchgerät unter idealen Verhältnissen ein Lawinenopfer in frühestens 3-5 Minuten ortet und mit der Lawinenschaufel mindestens 10-15 Minuten benötigt, um einen Verschütteten aus 1 m Tiefe zu bergen, so sieht man, daß auch der Kameradenhilfe natürliche Grenzen gesetzt sind. Es muß betont werden, daß keine falschen Hoffnungen geweckt werden sollen. Da aber die einzige echte Chance auf eine Lebendbergung tatsächlich von einer effizienten Kameradenhilfe abhängt, ergibt sich für die Praxis der Lawinenrettung die Notwendigkeit, Tourengeher mehr als bisher mit den Techniken der Ortung, Sofortbergung und Wiederbelebung vertraut zu machen, sei es über die alpinen Vereine als auch über Bergrettungsdienste und Bergrettungsärzte.

Fazit für die Praxis

- Bergung in der Überlebensphase innerhalb 15 Minuten bedeutet Überlebenschance von über 90%.
- Intensive und rascheste Suche durch alle nicht von der Lawine erfaßten Personen für mindestens 15 Minuten.
- Der "tödliche Knick" der Überlebenswahrscheinlichkeit zwischen 15 und 45 Minuten verschlechtert schlagartig die Überlebenschance.
- Schulung von Skitourengehern in Ortung, Bergung und Erster

Hilfe:

1. aufmerksame Aug- und Ohrsuche auf dem Lawinenkegel,
2. sicherer Umgang mit dem Verschüttetensuchgerät,
3. Mitführen einer Lawinenschaufel,
4. Beherrschung der Wiederbelebungstechnik.

- Absolutes Vermeiden riskanter Situationen bei der Planung und im Verlauf einer Skitour (Prophylaxe).

Literatur

1. Brugger H, Falk M. Neue Perspektiven zur Lawinenverschüttung. Wien Klin Wochenschr 1992; 104/6: 167-173.
2. Brugger H, Falk M. Phaseneinteilung der Lawinenverschüttung. Notfallmedizin 1992; in press.
3. Cox D, Oakes D. Analysis of survival data. Chapman and Hall, London 1984; 165-179.
4. De Quervain M. Zum Problem der Lokalisierung von Lawinenverschütteten. Vanni Eigenmann Symposium, Davos 1963.
5. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos 1981-1989; Winterberichte Nr. 46-53.
6. Köhnlein H, Weller S, Vogel W, Nobel J, Meinertz T. Erste Hilfe. Georg Thieme, Stuttgart New York 1987: 30.
7. Lackinger B. Die natürliche Schneedecke. Lawinenhandbuch, Tyrolia Innsbruck Wien 1988: 51-67.
8. Malsiner G. Statistische Verfahren zur Analyse von intervallzensierten Überlebenszeiten. Diplomarbeit am Institut für Biostatistik, Innsbruck 1989: 30-47.

9. Rücker G, Messerer D. Remission duration: An example of intervall-censored observations. Stat Med 1988; 7: 1139-1145.

10. Schild M. Bisherige Erfahrungen in der Praxis der Lawinenrettung. Lawinen, Prophylaxe-Ortung-Rettung, Fondation Internationale "Vanni Eigenmann", Milano ~975: 56-84.

11. Turnbull BW. The empirical distribution function with arbitrarily grouped, censored and truncated data. J Royal Stat Soc 1976; Series B 38: 290-295.

Korrespondenz: Dr.H. Brugger, Europastraße 17, I-39031 Bruneck, Südtirol/Italien

Legenden für die Abbildungen

Abb.1. Überlebensfunktion bei ganzverschütteten Lawinenopfern

Abb.2. Phaseneinteilung der Lawinenverschüttung (hypothetische Letalitätsskurve bei einer Verschüttungsdauer von mehr als 45 Minuten)

Abb.3. Jährliche Letalität ganzverschütteter Lawinenopfer in der Schweiz (Touristenunfälle) 1981-1989. Die Zahlen oberhalb der Säulen geben die Gesamtzahl an Bergungen im Jahr an.

Tabelle 1. Zusammenhang zwischen Verschüttungstiefe und Verschüttungsdauer

Verschüttungstiefe	1-50 cm	51-100 cm	über100 cm
Verschüttungsdauer (median)	10 min	55 min	120 min
Gesamtbergungen (N=332)	123	108	101
Lebend	95 (77%)	36 (33%)	19 (19%)
Tot	28 (23%)	72 (67%)	82 (81%)

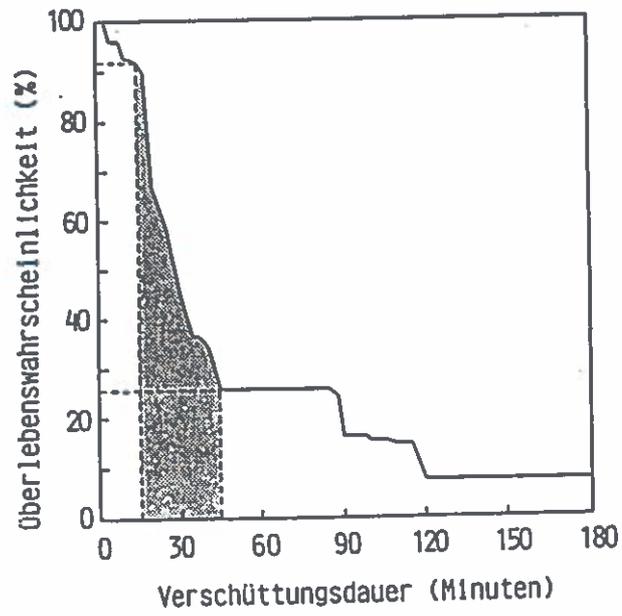


Abb. 1

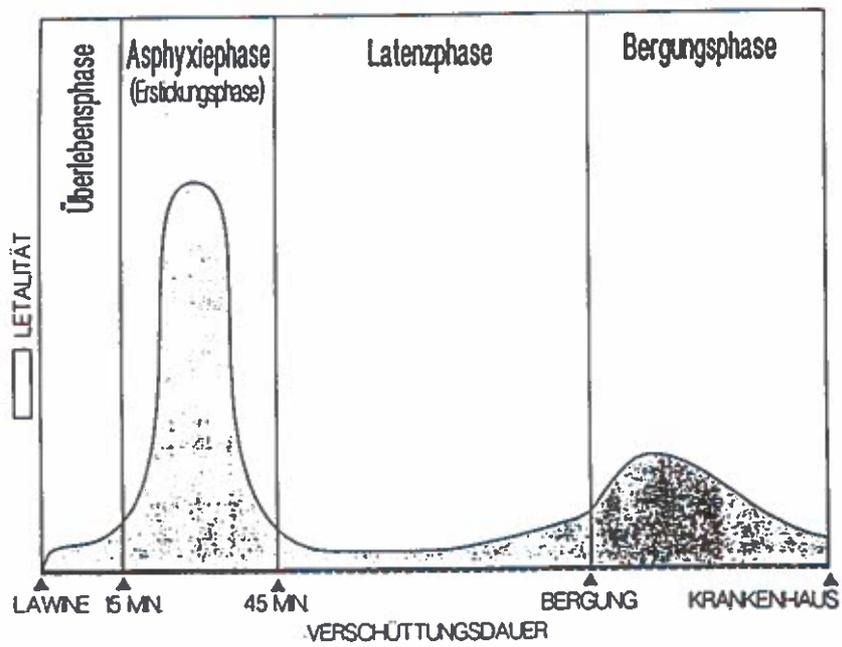


Abb. 2

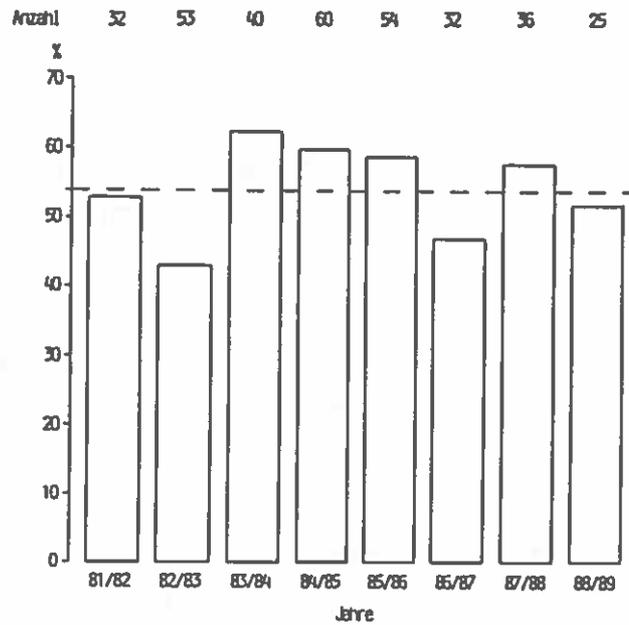


Abb. 3

Anschrift der Verfasser:

Dr.med Hermann Brugger, Bergrettungsarzt im AV-Südtirol,
Ausbildungsarzt für den Verband Südtiroler Berg- und Skiführer,
Europastraße 17, I-39031 Bruneck-Brunico

Mag. Markus Falk, Institut für Biostatistik (Vorstand
Prof.Dr.A.Neiß) der Universität Innsbruck,
A-6020 Innsbruck

7. ANALYSE DER LAWINENUNFALLERHEBUNGEN VON 1986-1991 IN
ÖSTERREICH (KURZFASSUNG)

Martin Burtscher, Thaur

Vortrag anlässlich des Workshops "Lawinenverschüttung - Überlebenschance" am Institut für Lawinenkunde (FBVA) in Innsbruck am 20.05.1992.

Die Lawinenunfälle von 1986-91 in Österreich wurden vom Bundesministerium für Inneres (Alpingendarmerie) erhoben und im Gesundheitsreferat des Österr. Alpenvereines ausgewertet. Lawinenunfälle mit tödlichem Ausgang sind zur Gänze, Unfälle mit Verletzten oder ohne Personenschaden nur teilweise erfaßt. Eine schwer abschätzbare aber ohne Zweifel hohe Dunkelziffer von Unfällen mit sofort und erfolgreich durchgeführten Kameradenbergungen muß angenommen werden.

Die nachfolgende Tabelle vermittelt einen Überblick über die Erhebungsergebnisse im angeführten Beobachtungszeitraum.

Anzahl der erfaßten Lawinenunfallbeteiligten von 1986-91 in Österreich:

Jahr	Gesamtzahl	VL*	Tote			VS-Suche	
			Tour	Variante	Piste	Gesamt	
1986	160	113	23	4	2	29	30
1987	90	67	12	8	-	20	24
1988	195	159	18	7	1	26	31
1989	56	40	4	4	1	9	4
1990	76	66	3	2	-	5	5
1991	153	133	12	3	-	15	12

* VL = Verletzte

Die Lawinenunfallzahlen schwanken in Abhängigkeit von Schnee- und Lawinensituation von Jahr zu Jahr beträchtlich. Eine Tendenz der relativen Häufigkeit ist nicht abzuschätzen. Die An-

zahl tödlicher Unfälle bezogen auf die jeweiligen Gesamtzahlen kann als tendenziell fallend angesehen werden. Lawinenunfälle im Schitourenbereich überwiegen klar. Dennoch darf nicht übersehen werden, daß sich 20-45 % der Lawinenunfälle mit tödlichem Ausgang auf Variantenabfahrten ereignen. Wie früher erwähnt, existiert eine beträchtliche Dunkelziffer an Kameradenbergungen (vielfach durch VS-Gerätesuche). So ist es nicht verwunderlich, daß der Anteil von Auffindungen mit dem VS-Gerät in den Erhebungen lediglich zwischen 5 und 25 % beträgt. Davon konnten in 20 - 75 % der Fälle die Verschütteten innerhalb 15 Minuten gefunden und freigelegt werden. Ein Vergleich von Verschüttungsdauer und Erfolg der Bergung ergab ein drastisches Absinken der Überlebenschance schon innerhalb der ersten 20 Minuten. Bereits nach 1 Stunde Verschüttungsdauer lag die Überlebenschance unter 40 %.

Rund 12 % aller erfaßten Unfallbeteiligten waren allein auf Tour oder Variantenabfahrt. In mehr als der Hälfte aller Unfälle wurden alle Gruppenmitglieder verschüttet. Etwa 1/3 der Unfälle ereigneten sich beim Aufstieg und 2/3 bei der Abfahrt. Die hauptbetroffene Altersgruppe (ca. 30 %) sind 20 - 30 Jährige (Erfahrungsmangel, Leichtsinns?).

Weiters zeigte sich in allen Jahren eine deutliche Unfallhäufung bei Zusammentreffen folgender Faktoren: Wetterbesserung nach Neuschneefällen und gleichzeitig Wochenende oder Urlaubszeit.

Überraschenderweise stellten wir auch fest, daß Personen mit einer Durchschnittsalpinausbildung mehr gefährdet sind als Tourenneulinge (Minimalausbildung bringt mehr Schaden als Nutzen?).

Somit lassen sich folgende Hauptursachen für Lawinenunfälle und deren tragischen Ausgang ableiten:

1. Alleingänger oder alle Gruppenmitglieder im Gefahrenbereich
2. Fehlen von VS-Gerät und/oder Lawinenschaufel sowie mangelnde Beherrschung der Suchtechnik!
3. Nicht-Beachtung der Schnee- und Lawinensituation
(Warndienste, Lageberichte,...)
4. Mangelnde Ausbildung - Fehleinschätzung der Lawinensituation

Präventivmaßnahmen:

Verstärkte Ausbildung und adäquate Gefahrenbewußtseinsbildung!

Anschrift des Verfassers:

Dr.med.et rer.nat. Martin Burtscher

Bauerngasse 7

A-6065 Thaur, Tirol

8. LAWINENVERSCHÜTTETENSUCHGERÄTE - STAND, ENTWICKLUNG, SUCHE UND SCHULUNG (KURZFASSUNG)

Christian Damisch, Wiesing

Vortrag anlässlich des Workshops "Lawinenverschüttung Überlebenschance" am Institut für Lawinenkunde (FBVA) in Innsbruck am 20.05.1992

In den 70er Jahren wurden die ersten Sender -Empfänger Geräte zur Ortung von Lawinenverschütteten entwickelt. Diese Geräte sind vor allem für die Schitourengeher gedacht, die im Falle einer Lawinenverschüttung die Kameraden schnell orten und retten können. In Österreich wurde 1971 das Pieps 1 mit der Frequenz 2,275 kHz gebaut. Es waren daher überwiegend Geräte mit dieser Frequenz verbreitet. In der Schweiz wurde zur gleichen Zeit ein Gerät mit der Frequenz 475 kHz entwickelt. Diese Inkompatibilität wurde erst 1980 durch die Entwicklung des Doppelfrequenzgerätes Ortovox beseitigt.

Nach der Einigung der maßgebenden Gremien auf Geräte mit 475 kHz als die Frequenz mit den größeren Entwicklungsmöglichkeiten schrieb die DIN Norm ab 1989 diese für Einfrequenzgeräte vor.

Zur Zeit sind hauptsächlich folgende Geräte im Gebrauch:

in Österreich und der BRD:

Ortovox (2 Frequenzgerät)
Pieps DF (2 Frequenzgerät)
Ortovox F1 (475 kHz)
Pieps (475 kHz)

in der Schweiz auch:

Autophon Barryvox

in Italien und Frankreich auch:

Filtre
Option 8000

Ein aufwendiger Test 1990 in Andermatt und Bormio der Gruppe "ARVA90" ergab eine gute Gebrauchsfähigkeit der genannten Geräte.

Als Suchstrategie wurde anfangs die Methode "Try and Error" verwendet und gelehrt. Das heißt, der Suchende läuft nach Empfang eines Signales so lange in eine Richtung, bis die Lautstärke des Signales abnimmt, geht zurück zur Stelle des lautesten Empfangstones, reduziert mit dem Lautstärkenregler die Lautstärke und zweigt 90° ab, sucht in dieser Richtung wieder die Stelle des lautesten Empfanges, usw. bis keine Reduzierung der Lautstärke mehr möglich ist. Dort wird durch Schwenken des Gerätes an der Oberfläche die Stelle des besten Empfanges festgestellt, hier liegt der Verschüttete.

Diese Methode benötigt lange Suchwege, führt aber bei konsequenter Einhaltung der Suchstrategie sicher zum Erfolg.

Die zweite Suchmethode benützt die Richtungsempfindlichkeit der Antenne und wird Feldlinienverfahren genannt.

Das Gerät wird nach Empfang des ersten Signales mit dem ausgestreckten Arm geschwenkt bis die beste Empfangsrichtung erkannt wird. In dieser Richtung wird ca. 5 m gegangen, die Lautstärke mittels Regler reduziert und wieder "gepeilt". Sobald die geringste Lautstärkestufe erreicht ist, wird an der Schneeoberfläche mit dem Gerät die Punktortung wie bei der Methode "Try and Error" durchgeführt.

Durch den kurzen Weg auf der Lawine führt diese Methode zu einer schnelleren Ortung des Verschütteten.

Beide Methoden müssen geübt werden, um die notwendige Sicherheit in der Gerätehandhabung, der Interpretation des Signales und der Richtungsempfindlichkeit zu erreichen.

Mich hat vor allem das Feldlinienverfahren nach Übungen mit Kindern überzeugt. Ohne Erklärung einer Suchstrategie haben alle mit dem Gerät gepeilt und in kürzester Zeit das versteckte Gerät gefunden. Es scheint diese Methode der natürlichen Suche zu entsprechen.

In der Ausbildung der Alpenvereinsjugend verwenden wir nun das Feldlinienverfahren als Suchmethode seit einigen Jahren und haben gute Erfolge bei der Überprüfung des Ausbildungserfolges.

Ein verstecktes Gerät muß auf Zeit gefunden werden ,wobei das Limit 10 min. und die Richtzeit 3 min. sind.

Bei der Schulung wird vom Ausbilder die Richtungsempfindlichkeit und die Punktortung vorgezeigt. Dann sucht der Ausbilder ein von den Übungsteilnehmern verstecktes Gerät.

Die Teilnehmer üben dann zu zweit die Suche mit dem Gerät, wobei einer immer abwechselnd das Gerät für den anderen versteckt. Als ausreichender Übungserfolg gilt eine Suchzeit von 3 Minuten bei einer Suchfeldgröße von 20 x 20 m. Bei Suchzeiten von über 10 min. wird die Handhabung des Gerätes noch nicht ausreichend beherrscht. Diese Übungen werden von Jugendlichen aller Altersstufen in jedem Gelände mit Begeisterung angenommen.

Anschrift des Verfassers:

Dipl. Ing. Christian Damisch

Erlach 214

A-6200 Wiesing, Tirol

9. DIE SCHNEEVERHÄLTNISSE IN NORD- UND OSTTIROL
IN DER PERIODE 1895 - 1991

Franz FLIRI, Baumkirchen

Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft,
schaft,

133. Jg. (Jahresband), S 7-25, Wien 1991
mit 10 Abb. und 3 Tab. im Text

INHALT

1. Einleitung
2. Das Beobachtungsnetz
3. Die Beobachtungsdaten und ihre Bearbeitung
4. Die Veränderung von Kennwerten des Schnees mit der Höhe
5. Der Zeitpunkt der größten Schneehöhe im Jahresgang
6. Die Veränderung der Schneeverhältnisse von 1895 bis 1991
7. Zusammenfassung
8. Literaturverzeichnis
9. Summary

1. Einleitung

Von 1972 bis 1981 war der Verfasser im Rahmen der Arbeit an der Klimatographie von Tirol wiederholt mit den Schneeverhältnissen befaßt. Hauptziel war eine möglichst homogene kartographisch-statistische Beschreibung des fast 60.000 qkm umfassenden Raumes zwischen Oberbayern und der venezianischen Tiefebene bzw. zwischen den Meridianen 10° und 13° östlicher Länge. Als Bezugsperiode war 1930/31 bis 1959/60 gewählt worden. Das recht heterogene Material der Beobachtungsdaten aus dem deutschen, österreichischen und italienischen Gebiet

machte in Bearbeitung und Darstellung zum Teil neue methodische Wege notwendig, die teilweise von den Verfahren abwichen, wie sie etwa in den Klimakarten für den Ostalpenraum im Atlas der Republik Österreich angewendet werden konnte.

Hier sei auf die Zusammenstellung im Literaturverzeichnis verwiesen wobei im "Klima der Alpen im Raume von Tirol" (1975) nicht nur alle Aussagen enthalten sind, die in größerem Maßstab im Tirol-Atlas wiederholt wurden, sondern auch viele statistische Daten in Tabellen. Auch kann das ältere einschlägige Schrifttum dort entnommen werden. Eine Sonderstellung nahm die Karte D-17 ein (1980, 1981), die für 63 Orte die Wahrscheinlichkeit bestimmter Schneehöhen im Jahresgang darstellte. Grundlage waren die am 5., 10., 15. usw. aller Monate beobachteten Schneehöhen in der jeweiligen Beobachtungsperiode, maximal 84 Jahre. Erstmals wurden auch mittels Extremalverteilung Schätzwerte der an einem bestimmten Tag in 100 Jahren zu erwartenden extremen Höhen berechnet und dargestellt.

Während alle anderen Karten, Tabellen und Graphiken als physiogeographische Beiträge zur Landeskunde von Tirol bzw. zur Unterstützung weiterer naturwissenschaftlicher Disziplinen verstanden sein wollten, hätte sich die Karte D-17 an einen breiteren Kreis aller mit dem Schnee technisch oder touristisch Befaßten wenden können. Trotz zweifacher Veröffentlichung ist sie aber wohl wegen ihrer graphisch verdichtenden Methode wenig beachtet worden. Zehn Jahre später hat der Verfasser die Thematik in größerer Breite neuerdings aufgegriffen, wobei die schneearmen Winter der letzten Jahre einerseits und das Vorhandensein fast hundertjähriger Beobachtungsreihen andererseits jene Frage nach den säkularen Änderungen nahelegte, die zuletzt von F. STEINHAIUSER (1979) in Österreich behandelt worden war, für Tirol freilich nur anhand von fünf Stationsreihen.

2. Das Beobachtungsnetz

Seit der Errichtung der Meteorologischen Zentralanstalt in Wien (1851) besteht auch in Tirol ein Beobachtungsnetz für Wetter und Klima, in dem jedoch der Schneedecke so wenig Beachtung geschenkt wurde, daß eine quantitativ verwertbare Reihe nicht zustande kam. Das änderte sich mit der zusätzlichen Errichtung des Hydrographischen Zentralbüros (1894), so daß wir seit dem Spätsommer 1895 auch in Tirol an mehreren Orten über mehr oder weniger vollständige Messungen der täglichen Höhe der Schneedecke sowie der Neuschneehöhen verfügen.

Es scheint, daß bis zum 1. Weltkrieg sorgfältiger beobachtet wurde als später bis etwa 1935. Auch sind manche Reihen kriegsbedingt oder aus Mangel an Mitteln lückenhaft. Ebenso war die Prüfung der Meldungen sowie die Betreuung und Unterweisung der Beobachter nicht immer ausreichend, ein Umstand, der sich auch durch etwa zwei Jahrzehnte nach dem Zweiten Weltkrieg hinzog. Es sei jedoch betont, daß sich die kontrollierten Beobachtungen der letzten zwei Jahrzehnte durch größte Zuverlässigkeit auszeichnen, gleich ob sie aus dem Klimanetz der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik oder jenem des Hydrographischen Zentralbüros stammen.

Derzeit sammelt der hydrographische Dienst in Tirol die Beobachtungen von 155 Stationen. Für die Neubearbeitung der täglichen Schneebeobachtungen in der Periode 1895/96 bis 1990/91 hat der Verfasser 80 Stationen ausgewählt, hauptsächlich jene mit besonders langen Reihen. Auf mindestens 90 Jahre kamen 14 Orte, auf mindestens 80 Jahre weitere 23, auf mindestens 50 Jahre weitere 29. Abbildung 1 zeigt die Lage der Stationen und eine Zusammenfassung nach drei Teilgebieten, Tabelle 1 enthält dazu die Stationsliste mit den Seehöhen.

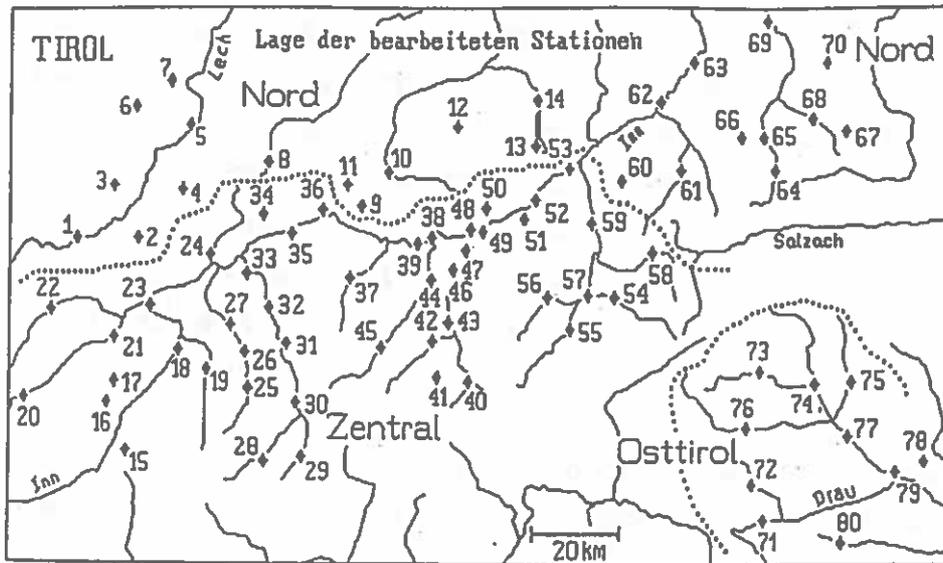


Abb. 1: Das bearbeitete Stationsnetz

Nr.	Station	hm	Nr.	Station	hm	Nr.	Station	hm
1	Holzgau	1130	2	Gramais	1320	3	Hinterhornbach	1100
4	Narnlos	1260	5	Höfen	870	6	Tannheim	1100
7	Vils	830	8	Ehrwald	1000	9	Seefeld	1190
10	Scharnitz	960	11	Oberleutasch	1130	12	Hinterriß	930
13	Pertisau	940	14	Achenkirch	920	15	Nauders	1360
16	Spiß	1640	17	Hochserfaus	1810	18	Ried/Oberimtal	880
19	Feichten	1280	20	Galtür	1590	21	See im Paznaun	1060
22	St. Anton/Arldg.	1300	23	Landeck	810	24	Imst	810
25	Plangeroß	1610	26	St. Leonhard/P.	1370	27	Rietzenried	1090
28	Vent	1900	29	Obergurgl	1940	30	Sölden	1380
31	Längenfeld	1170	32	Umhausen	1040	33	Ötz	790
34	Obsteig	950	35	Stams	670	36	Telfs	630
37	Gries/Sellrain	1240	38	Innsbruck-Univ.	580	39	Innsbruck-Flgh.	580
40	Brenner	1380	41	Obernberg/Br.	1360	42	Trins	1230
43	Matrei/Brenner	990	44	Schönberg	1000	45	Krößbach	1100
46	Patscherkofel	2090	47	Rinn	930	48	Hall in Tirol	570
49	Volderwald	630	50	Gnadenwald	880	51	Weerberg	890
52	Schwaz	540	53	Rotholz	540	54	Häusling	1100
55	Winzling	1000	56	Lanersbach	1290	57	Mayrhofen	650
58	Gerlos	1250	59	Ried/Zillertal	570	60	Inneralpbach	980
61	Kelsau	820	62	Kirchbichl	490	63	Kufstein	510
64	Jochberg	1000	65	Kitzbühel	760	66	Kirchberg	820
67	Hochfilzen	960	68	Fieberbrunn	780	69	Kössen	590
70	Waidring	770	71	Sillian	1090	72	Innervillgraten	1390
73	Prägraten	1320	74	Matrei/Osttirol	1010	75	Kals	1330
76	St. Jakob/Defr.	1400	77	St. Johann/Walde	740	78	Iselsberg	1140
79	Lienz	670	80	Obertilliach	1440			

Tabelle 1: Verzeichnis der Stationen zu Abbildung 1; hm = mittlere Seehöhe (m)

3. Die Beobachtungsdaten und ihre Bearbeitung

Für das letzte Jahrzehnt wurden die täglichen Schnee- und Neuschneehöhen EDV-Ausdrucken entnommen, für die frühere Zeit waren sie mühevoll vom Mikrofilm abzulesen. Insgesamt wurden derart je 2,1 Mill. Werte für Schnee- und Neuschneehöhen umgesetzt, erleichtert durch ein der Datenstruktur gut angepaßtes Programm. Beim Übertragen erfolgte eine erste Prüfung, fallweise auch mit Blick auf die gemessene Niederschlagsmenge und Lufttemperatur.

Der am häufigsten auftretende Fehler betraf die Datierung der Neuschneehöhen. Die Anweisung zum Beobachten von Schneehöhe und Neuschneehöhe ist zwar klar (KLINGER 1986), ihre Befolgung ließ jedoch zumal in früheren Jahren weithin zu wünschen übrig. Unschärfen ergaben sich ferner sowohl bei geringfügigen Schneefällen als auch beim Ausapern, wo manche Beobachter das Messen vorzeitig einstellten. Daher hat der Verfasser einerseits alle geringfügigen Fälle mit 1 cm vermerkt, als Tage mit Schneedecke jedoch nur solche mit mehr als 1 cm gezählt und schließlich beim Ausapern offensichtlich fehlende Werte degressiv schätzend ergänzt.

Im zweiten Arbeitsgang wurden die Schneehöhen jahrweise graphisch dargestellt und Fehler berichtigt, im dritten wurden Beobachtungslücken etwa bis zu einem Monat geschlossen, wobei die Beobachtungen einer nahen Station ähnlicher Seehöhe mit dem Strahlensatz proportional übertragen wurden. In einem letzten Schritt wurden die zwischentäglichen Änderungen der Schneedecke mit den Neuschneehöhen verglichen und Fehler, meist in der Datierung, behoben. Da bei fast allen Stationen eine stärkere Windeinwirkung auszuschließen war, wurde auch angenommen, daß der zwischentägliche Deckenzuwachs nicht größer sein konnte als die gemessene Neuschneehöhe. Hier sei bemerkt, daß während der Betreuung des Netzes durch den Reichswetterdienst (1939-1945) Neuschneehöhen meist nicht angegeben wurden, also anhand des Deckenzuwachses bzw. der gesondert gemessenen Niederschlagsmenge geschätzt werden mußten.

Erst nach dieser kritischen Bearbeitung konnten die Reihen ausgewertet werden. Eine über 1.100 Seiten mit fast 6.000 Graphiken und zusätzlichen Tabellen umfassende Dokumentation soll den Anliegen der Praxis aus den Bereichen Lawinenverbauung, Lawinenwarndienst, hydrographischer Dienst, Fremdenverkehr, allgemeines Verkehrswesen, Energiewirtschaft, Bautechnik sowie Land- und Forstwirtschaft dienen. Der vorliegende Beitrag ist lediglich eine kurze Zusammenfassung wissenschaftlichen Inhalts.

4. Die Veränderung von Kennwerten des Schnees mit der Höhe

In Gebirgsländern hängt das Klima zuerst von der Seehöhe ab. In den Alpen ist dabei die Zunahme des Niederschlags mit der Höhe besonders wissenswert. Sie ist durch das Produkt von Windgeschwindigkeit (Luftmassenzufuhr) und Wasserdampfgehalt der Luft bedingt. Letzterer nimmt temperaturbedingt mit der Höhe ab, erstere aber derart zu, daß auch das Produkt noch wächst. Die Abnahme der Temperatur bewirkt weiter ein im Verhältnis zum Gesamtniederschlag viel ausgeprägteres Wachsen des Schneeanteils mit der Höhe.

Die bearbeiteten 80 Reihen weisen zwar zum Teil verschiedene Beobachtungsperioden auf und sind nicht streng synchron. Dennoch ergibt die Berechnung für die mittleren Veränderungen je 100 m Anstieg statistisch gesicherte Gradienten. So wächst die mittlere Schneehöhe (berechnet aus allen Tagen mit mehr als 1 cm zwischen September und Juni) um 5,5 cm, die absolut größte Schneehöhe um 9 cm, die Zahl der Tage mit mehr als 1 cm Decke um 2,6 die Zahl der Tage mit mehr als 1 cm Neuschnee um 2,5, die mittlere jährliche gesamte Neuschneemenge um 23,5 cm und die Summe der zwischentäglichen Zunahmen der Schneedecke um 18,3 cm.

Diese Höhengradienten sind jedoch örtlich und zeitlich nicht konstant. Zunächst spielt gerade für den Niederschlag neben der Höhe auch die Entfernung von den Gebirgsrändern im Norden

und Süden eine wichtige Rolle. Dabei ist die Abschirmung des Zentralraumes aus meteorologischen Gründen in der kälteren Jahreszeit größer als in der wärmeren, sodaß die Dauer der Schneedecke vom Alpenrand zum Zentralrand je 10 km um rund 2 Tage abnimmt, die 100-jährig maximale Schneehöhe um 9 cm.

Alle derartigen statistischen Aussagen sind im Witterungsverlauf der einzelnen Jahre fast nie verwirklicht. Da es von letzterem in 96 Jahren keine zwei weitgehend ähnliche Jahre gegeben hat, werden in Abbildung 2 bis 5 kennzeichnende Fälle als Beispiele gebracht. Dabei ist das Vorhandensein einer Schneedecke in Bezug auf die Seehöhe unter Verwendung der jeweils vorhandenen Beobachtungen dargestellt. Die Stationshöhen mußten aus zeichentechnischen Gründen fallweise etwas höher oder tiefer angesetzt werden. Rechts seitlich sind Höhenmarken angebracht, die die Zugehörigkeit zu den Gebieten Nord (N), Zentral (Z) und Süd (Osttirol, S) anzeigen.

Der Winter 1950/51 (vgl. Abb. 2.) hatte Ende Oktober und Anfang November zwei Vorläufer, die zwar auch im Inntal eine Decke bildeten, doch nur in größerer Höhe eine dauernde. Ab Mitte November verlagerte sich die dauernde Decke in drei weiteren Schüben allmählich abwärts. Nachdem der Hochwinter die ärgste Lawinenkatastrophe der letzten 100 Jahre gebracht hatte (abgesehen von den Ereignissen an der Südfront im Kriegswinter 1916/17), erfolgte das Ausapern von Anfang März bis Mai temperaturbedingt und höhenabhängig mit wenigen unwesentlichen Rückfällen.

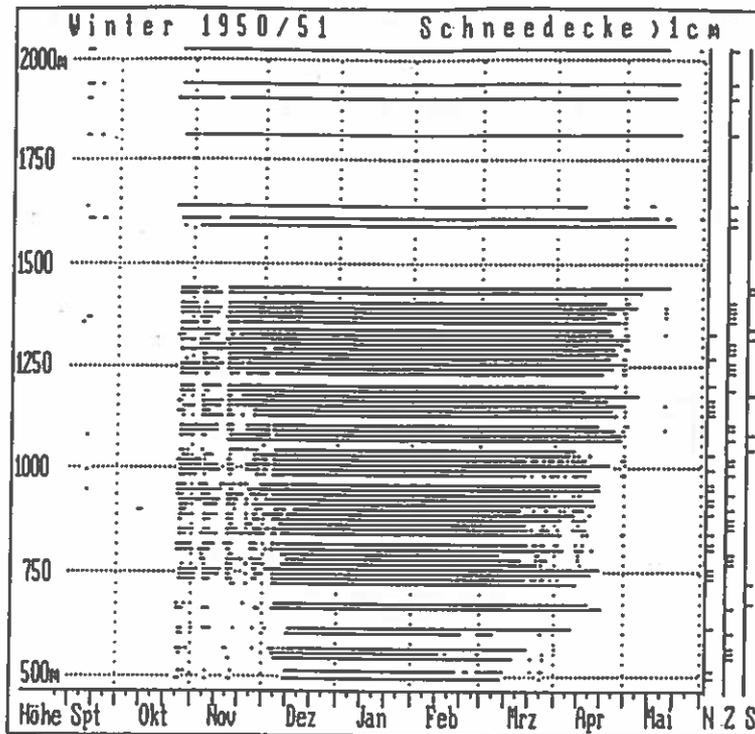


Abb. 2: Winter 1950/51 - Schneedecke > 1 cm

Für den Winter 1953/54 (vgl. Abb. 3) hatte es nur Anfang November oberhalb von 1.000 m einen mißglückten Beginn gegeben. Der Einzug erfolgte dann in allen Höhen spät, aber gleichzeitig um den 20. Dezember. Die Schneedecke war bis Anfang April bis 1.400 m Höhe verschwunden, doch griffen zwei Rückfälle Mitte April und Anfang Mai bis in tiefe Lagen durch.

Der Winter 1956/57 (vgl. Abb.4) zeigt, wie fragwürdig es ist, eine sogenannte Winterdecke immer und überall zu definieren. Bis in eine Höhe von etwa 1.400 m entstanden und verschwanden wiederholt Bedeckungen, doch auch im Frühjahr traten vier Rückfälle auf, Ende April wieder bis unter 500 m.

Ein "kernloser Winter" ist in Abbildung 5 zu sehen. Nach fast gleichzeitigem Beginn in allen Höhen um Mitte November war die Decke nach vier Wochen bis 1.300 m hinauf abgetaut. Doch der Winter kam wieder: Zwar griff erst der zweite Einsatz im Jänner durch, doch war die Decke dann hartnäckig bis Ende März unten und Ende April in mittleren Höhen. Rückfälle fehlten.

Es sei noch bemerkt, daß die Unterschiede infolge Besonnung im gegebenen Relief noch stärker sind, als die Beispiele zeigen: die Beobachtungsstationen liegen in den Siedlungen und diese bevorzugen besser besonnte Lagen. Die Höhenbeziehungen werden auch deutlicher, wenn man die drei Teilgebiete für sich betrachtet.

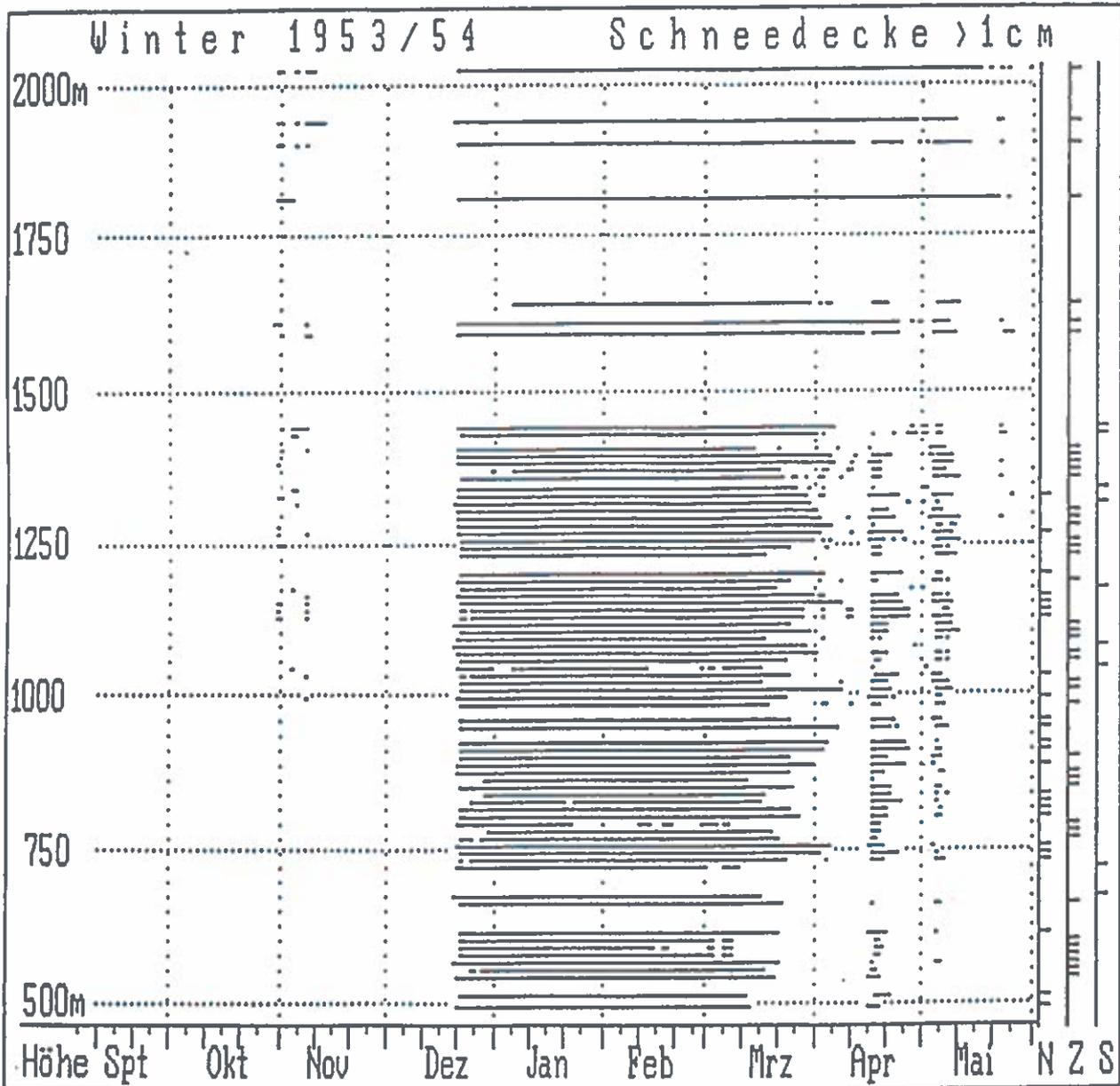


Abb. 3: Winter 1953/54 - Schneedecke > 1 cm

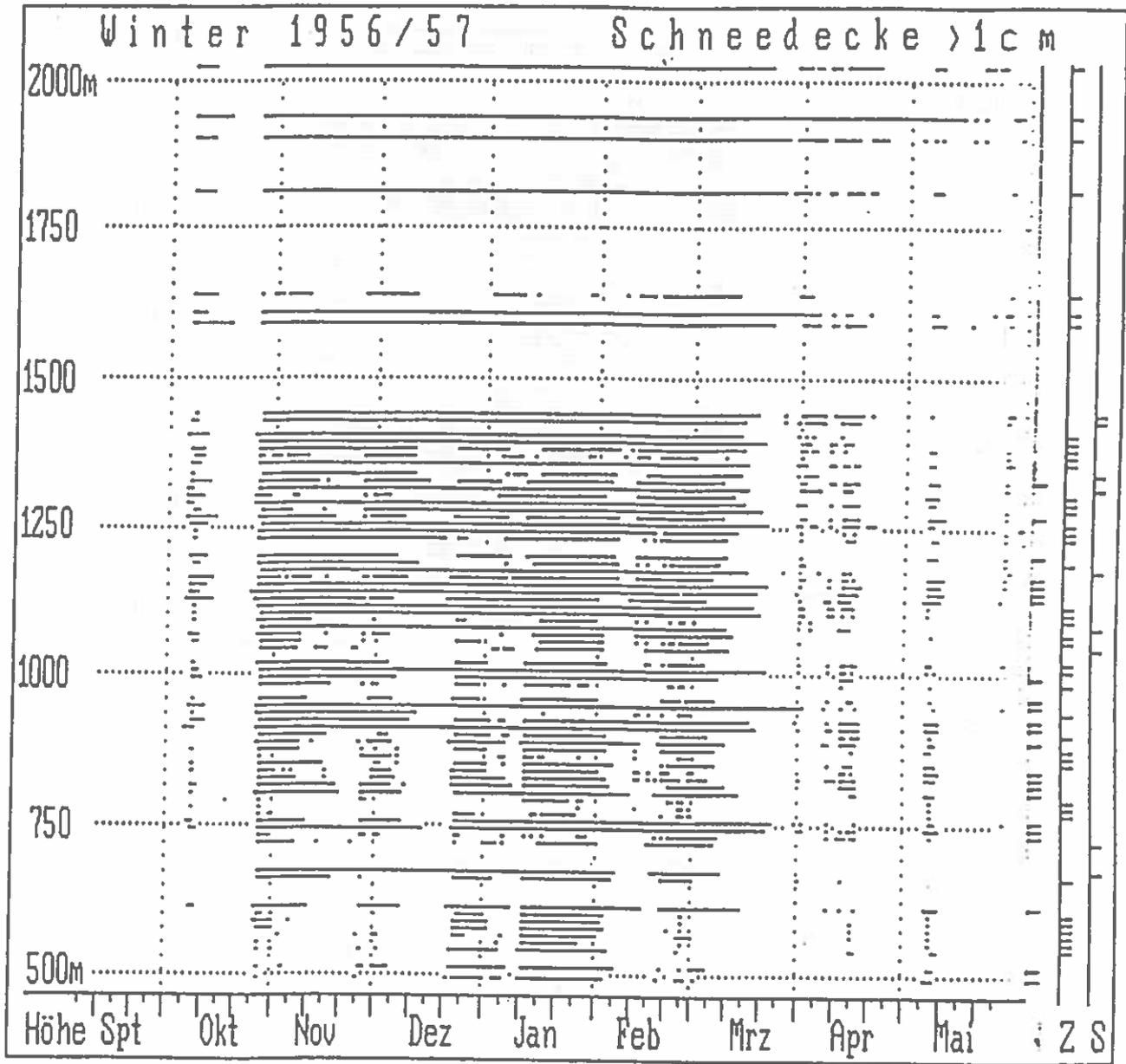


Abb. 4: Winter 1956/57 - Schneedecke > 1 cm

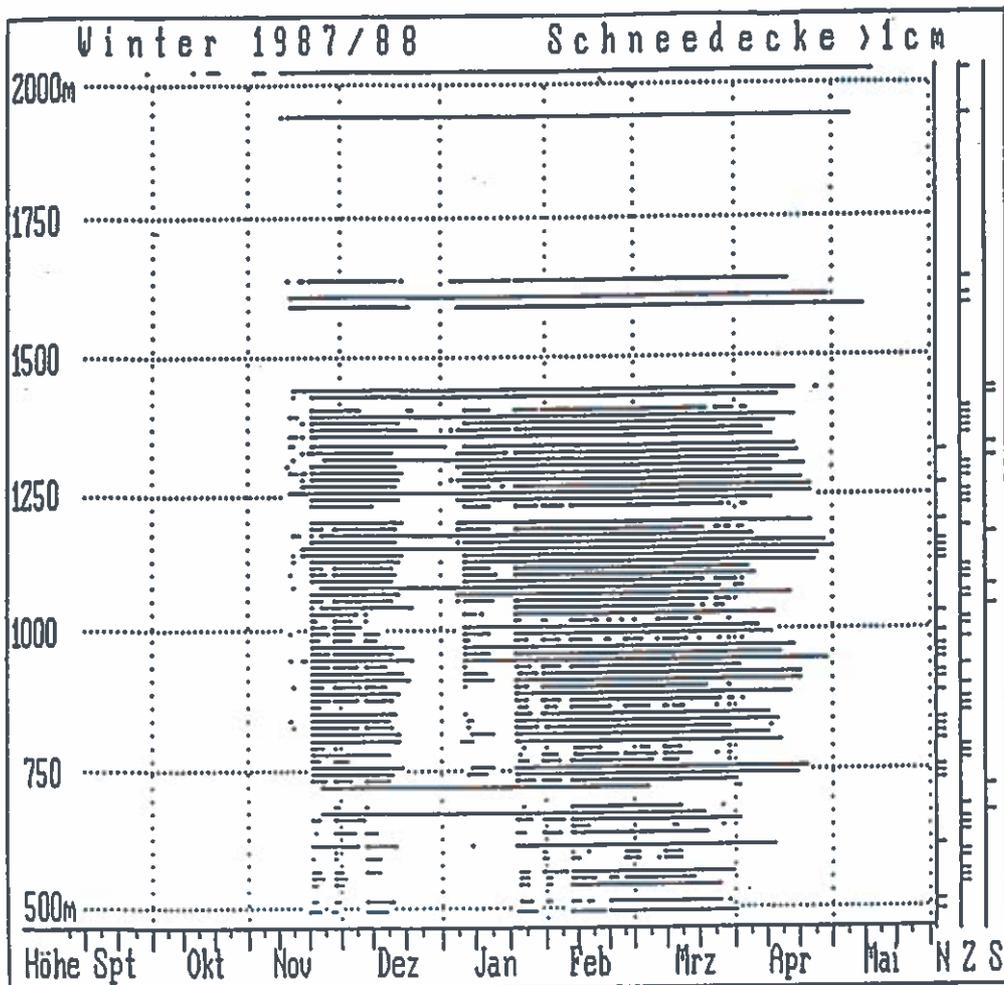


Abb. 5: Winter 1987/88 - Schneedecke > 1 cm

5. Der Zeitpunkt der größten Schneehöhe im Jahresgang

Wie in den ganzen Ostalpen (A. u. F. LAUSCHER 1975) war auch in Tirol in der behandelten Periode der Zeitpunkt größter Schneehöhe von Ort zu Ort und Jahr zu Jahr sehr veränderlich (vgl. Tabelle 2). Hier kann die größte Schneehöhe in allen Monaten von Oktober bis Mai auftreten, im letztgenannten sowohl auf der höchstgelegenen Station Patscherkofel als auch in tieferen Lagen im Wipp- und hinteren Zillertal.

Die Verspätung mit zunehmender Höhe ist gut ausgeprägt, wobei oberhalb von 1.800 m der März den Februar als Monat größter

Häufigkeit ablöst. Andererseits ist der mittlere Jahresgang der Schneehöhe derart ausgeglichen, daß das periodische Maximum sehr genau bestimmt werden kann. In diesem Falle ergibt sich je 100 m Anstieg eine Verspätung von zwei Tagen, für die Entfernung vom Gebirgsrand gegen das Zentrum hin eine solche von 0,6 Tagen je 10 km.

Die Durchsicht der an den 80 Orten aufgetretenen größten Schneehöhen ergibt, daß die Großschneefälle im Jänner und Februar 1951 die weitaus größte flächenhafte Wirkung gehabt haben (19 Orte im zentralalpinen Westtirol, Wipptal, Zillertal, Teile von Osttirol). An zweiter Stelle folgt der Jänner 1968 (10 Orte: tiefere Lagen im Ober- und Unterinntal bis Kitzbühel), an dritter und vierter (je 5 Orte) der Februar 1970 (Raum Seefeld und St. Anton) bzw. der März 1907 (Nordalpen). Die Extreme der übrigen 41 Stationen verteilen sich auf 23 Jahre, wobei bemerkt sei, daß am 31. Jänner 1923 in Hochfilzen 378 cm und am 18. Jänner 1917 in Obertilliach 355 cm gemessen worden sind.

Station	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai
Nordtirol	0,5	1,4	11,0	28,6	38,7	17,3	2,6	0,0
Zentraltirol	1,1	3,6	15,0	28,4	32,7	17,0	1,9	0,2
Osttirol	1,3	4,0	14,1	25,3	36,1	16,8	2,3	0,0
400 m -	0,3	3,9	18,7	31,4	32,1	12,2	1,4	0,0
600 m -	0,7	4,0	15,0	29,4	37,7	12,6	0,7	0,0
800 m -	0,9	2,8	14,9	29,9	34,6	14,3	2,6	0,1
1000 m -	1,1	3,2	12,6	27,5	36,0	17,4	2,1	0,1
1200 m -	1,2	2,5	11,9	26,7	36,0	19,6	2,1	0,1
1400 m -	2,1	0,8	8,5	25,4	36,0	25,0	2,1	0,0
1600 m -	0,0	0,9	8,1	20,7	39,6	29,7	0,9	0,0
1800 m -	1,5	1,5	10,8	17,7	28,5	31,5	8,5	0,0
2000 m -	0,0	2,3	2,3	14,0	25,6	30,2	16,3	9,3

Tabelle 2: Zeitpunkt jährlicher größter Schneehöhen in Tirol; nach Gebieten und Höhenstufen, Anteil der Monate in %, Periode 1895/96 bis 1990/91 (80 Stationen)

6. Die Veränderung der Schneeverhältnisse von 1895 bis 1991

Die Untersuchung von Änderungen der Schneeverhältnisse im Laufe der bearbeiteten Periode kann an verschiedenen Kennwerten vorgenommen werden. Hier werden die Dauer der Schneedecke (über 1 cm von September bis Juni) samt der dazugehörenden mittleren Schneehöhe, der jährlich Gesamt-Schneedeckenzuwachs sowie die maximale jährliche Schneehöhe verwendet. Wegen der erwähnten Unschärfen bei der Messung der Neuschneehöhen darf der jahrweise summierte Deckenzuwachs als wesentlich genauer bestimmt gelten.

Weiter verhindert die sehr ungleiche Länge der Beobachtungsperioden der Reihen sicher vergleichbare Aussagen über zeitliche Änderungen. Es war daher angebracht, jährliche Durchschnittswerte für die drei Teilgebiete zu berechnen, die sich ja witterungsklimatologisch unterscheiden. Allerdings mußten auch bei diesem Vorhaben zuerst die Lücken der einzelnen Reihen durch Reduzieren auf die Gesamtperiode geschlossen werden, wofür die Beobachtungen benachbarter Orte in ähnlicher Seehöhe herangezogen werden konnten. Das Übertragen erfolgte nach dem in der Niederschlagsklimatologie bestbewährten Verfahren der konstanten Quotienten.

Ehe auf die langzeitigen Änderungen eingegangen wird, ist es nützlich, sich über die Spannweite klar zu werden, innerhalb der die Werte eines Merkmals von Jahr zu Jahr streuen. Die Tabelle 3 enthält unten die Angaben über die absoluten Maxima und Minima der für die drei Gebiete bestimmten Durchschnitte. Besonders anschaulich sind die aus Maximum und Minimum errechneten Quotienten, da sie einen grundsätzlichen schneeklimatologischen Unterschied zwischen den Räumen nördlich und südlich des Alpenhauptkammes aufzeigen, sehr im Gegensatz zu den Verhältnissen in der wärmeren Jahreshälfte.

Rang	Dauer			mittlere Höhe			Gesamtzuwachs			maximale Höhe		
	N	Z	S	N	Z	S	N	Z	S	N	Z	S
12 maximale Winter												
1	1972	1906	1916	1906	1906	1916	1906	1974	1916	1906	1950	1916
2	1981	1981	1950	1923	1950	1950	1966	1950	1950	1943	1906	1950
3	1905	1950	1905	1981	1923	1979	1943	1944	1903	1922	1923	1985
4	1974	1969	1933	1980	1916	1903	1981	1909	1897	1923	1967	1908
5	1969	1966	1985	1922	1904	1904	1909	1966	1933	1980	1936	1904
6	1943	1962	1979	1967	1909	1914	1969	1906	1974	1967	1934	1930
7	1966	1904	1900	1943	1934	1959	1944	1981	1978	1987	1944	1914
8	1936	1964	1919	1969	1913	1919	1974	1936	1985	1944	1909	1979
9	1906	1936	1903	1904	1981	1899	1980	1969	1905	1981	1981	1983
10	1909	1952	1906	1962	1936	1990	1922	1919	1919	1951	1969	1903
11	1979	1944	1977	1986	1967	1985	1930	1916	1979	1969	1983	1918
12	1895	1916	1959	1944	1962	1960	1972	1934	1899	1909	1930	1973
12 minimale Winter												
1	1989	1989	1942	1989	1896	1942	1971	1963	1942	1971	1984	1942
2	1920	1896	1948	1971	1963	1941	1963	1984	1963	1984	1963	1963
3	1932	1988	1988	1929	1927	1989	1989	1975	1948	1929	1932	1943
4	1935	1927	1951	1927	1900	1921	1984	1988	1988	1956	1929	1941
5	1971	1920	1963	1956	1984	1943	1900	1929	1955	1900	1927	1948
6	1984	1984	1921	1963	1924	1963	1929	1900	1941	1989	1896	1921
7	1929	1935	1920	1916	1932	1955	1920	1932	1943	1932	1935	1955
8	1953	1963	1989	1984	1935	1988	1975	1948	1989	1935	1988	1937
9	1963	1924	1955	1896	1989	1951	1988	1928	1937	1927	1900	1988
10	1948	1938	1943	1924	1931	1948	1932	1927	1965	1990	1990	1932
11	1956	1932	1953	1900	1971	1917	1935	1938	1921	1924	1956	1929
12	1958	1987	1982	1920	1970	1972	1958	1990	1951	1916	1978	1922
Werte der Maximal- und Minimaljahre sowie Streuungsquotient Q=Max/Min												
	Tage mit Decke			mittl. Höhe cm			Ges.Zuwachs cm			max. Höhe cm		
Max	167	155	169	87	55	114	463	308	528	173	123	220
Min	90	85	57	15	13	12	145	108	50	41	27	20
Q	1,8	1,8	3,0	5,7	4,2	9,4	3,2	2,8	10,6	4,2	4,5	11,1

Tabelle 3: Maximale und minimale Winter, Periode 1895/96 bis 1990/91 in den Gebieten Nord (N), Zentral (Z) und Osttirol (S) beurteilt an Kennwerten der Schneedecke; Jahresangabe = Winterbeginn

Zunächst weist der zentralalpine Raum Tirols gegenüber dem nordalpinen bei der besonders temperaturbedingten Dauer der Schneedecke mäßig herabgesetzte Maxima und Minima auf, sodaß der Quotient gleich bleibt. Die mehr niederschlagsbedingten mittleren Schneehöhen, der Gesamtzuwachs und die jährlichen Maximalhöhen sind hingegen deutlich niedriger und auch die Spannweite (ausgenommen bei den Maximalhöhen) ist herabgesetzt.

Osttirol besitzt hingegen bei allen Kennwerten höhere Maxima und tiefere Minima, sodaß die Spannweite bei der Dauer der Schneedecke um $\frac{2}{3}$ über jener des Zentral- und Nordgebietes liegt, bei den anderen Kennwerten aber das Zwei- bis Dreifache erreicht. Es sei erwähnt, daß der Nordteil von Osttirol, etwa Kals, noch zum ausgeglicheneren zentralalpinen Typ neigt, während sich der Südteil um so mehr den recht exzessiven Verhältnissen des angrenzenden italienischen Anteils der Ostalpen nähert.

In Tabelle 3 sind zwei Dutzend der hervorstechendsten maximalen und minimalen Winter gelistet. Im Gebiet Nord dauerte der Winter 1972/73 am längsten, doch war jener von 1906/07 in jeder Hinsicht der schneereichste. Letzterer brachte im Zentralraum auch die größte Dauer und mittlere Schneehöhe, wurde aber hinsichtlich des Zuwachses vom Winter 1974/75, bei den maximalen Schneehöhen vom Katastrophenjahr 1950/51 übertroffen. In Osttirol behauptete der Kriegswinter 1916/17 in jeder Hinsicht den ersten Platz.

In Hinblick auf mögliche jüngste Veränderungen sei darauf verwiesen, daß das letzte Jahrzehnt in den Jahreslisten der Maxima 20 mal vertreten ist, in jenen der Minima jedoch 28 mal. In den Gebieten Nord und Zentraltirols steht der Winter 1981/82 an Dauer im zweiten Rang der Maxima, in Osttirol jedoch jener von 1985/86 nur im fünften. Bei den Schneehöhen schneidet das Jahrzehnt noch schlechter ab. Andererseits haben die im Norden extrem schwachen Winter 1989/90, 1988/89 und 1984/85 sowie in Osttirol jene von 1988/89 und 1989/90 den Eindruck verstärkt, daß die Temperaturerhöhung auch deut-

liche Wirkungen auf die Schneesverhältnisse gezeitigt haben könnte.

Die Kenntnis lang- und mittelfristiger Veränderungen der Schneesverhältnisse von Tirol ist im Zusammenhang mit einem möglichen weltweiten Klimawechsel wissenschaftlich wichtig, hat aber zunächst große Bedeutung für verschiedene Zweige unserer Wirtschaft. Daß es solche Änderungen und Schwankungen gibt, hat für den Ostalpenraum bereits F. STEINHAUSER 1970 nachgewiesen.

Mit Hilfe eines im gegebenen Raum viel dichteren und zeitlich längeren Beobachtungsmaterials wird hier in den Abbildungen 6 bis 9 anhand der Durchschnitte für die drei Gebiete die Veränderung der Dauer der Schneedecke, ihrer mittleren Höhe, der jährlichen Zuwachssummen und der maximalen Höhe dargestellt. Dabei sind die absoluten Werte nicht so wichtig wie ihre Änderungen. Für ein bestimmtes Gebiet sind letztere bei den vier Kennwerten sehr ähnlich. Aber auch zwischen dem Nord- und dem Zentralgebiet sind die Unterschiede gering: Die Korrelationsrechnung ergibt für die eher temperaturbedingte Dauer der Schneedecke mit 77 % die größte gemeinsame Streuung für die mehr niederschlagsbedingten maximalen Höhen mit 61 % die geringste, was immer noch recht viel ist. Hingegen haben Zentralraum und Ost - tirol mit dem höchsten Wert von 24 % bei der Dauer der Decke und dem niedrigsten von 9 % bei den Maximalhöhen nur wenig gemeinsam. Noch weniger ist dies zwischen den Gebieten Nord und Osttirol der Fall (16 % bzw. 0 %).

Die Diagramme in Abbildung 6 bis 9 lassen drei Aussagen zu. Erstens fehlt eine deutliche säkular-lineare Veränderung, obwohl am Anstieg der Temperatur im Winterhalbjahr, etwa anhand der langen Reihen von Kremsmünster und Sonnblick (FLIRI 1991,) nicht zu zweifeln ist. Vermutlich kommt diese Erwärmung wegen der Höhenlage wenig zum Tragen oder wird durch den ebenso gestiegenen Dampfdruck ausgeglichen. Eine Veränderung des Niederschlages ist wegen der großen Streuung statistisch zwar nicht nachzuweisen, doch sprechen der Gang von mittlerer Deckenhöhe und summiertem Deckenzuwachs nicht dafür.

Zweitens sind die Schwankungen nicht zufällig über die Zeit verteilt, sondern wellenartig gruppiert. Die Gebiete nördlich des Alpenhauptkammes weisen einen sehr ähnlichen Gang auf, jener von Osttirol ist, wie bereits anhand der Streuung gezeigt, verschieden, letztlich bedingt durch verschiedene Auswirkung der sich ändernden Großwetterlage über Europa. Maxima finden sich im Norden um 1905, 1923, 1943, 1951, 1966 und zuletzt 1982, im Süden um 1905, 1916, 1934, 1950, 1960, 1969, 1978 und 1985. Es wäre möglich, mit statistischen Verfahren Perioden herauszufiltern, doch ohne große Hilfe für die Vorhersage, da die Persistenz offen bleibt.

Drittens zeigt sich zwar das letzte Jahrzehnt durch einen Abwärtstrend aus, im Norden deutlicher als im Süden, doch ist das Ausmaß nicht alarmierend. Auch diese Bewegung kann zunächst nur im Rahmen der vorangegangenen Jahrzehnte gesehen werden. Lineare Trends weisen durchwegs eine überaus geringe Bestimmtheit auf. Besser ist die Näherung mit einem kubischen Trend: In den beiden Gebieten nördlich des Hauptkammes hatten die Winter zu Beginn der Periode 1895-1991 einen Höhepunkt, erreichten ein Minimum um 1920, ein zweites Maximum um 1960 und fallen seitdem relativ stark ab. Auch Osttirol hatte zu Beginn der Periode ausgeprägte Winter. Es folgte ein beachtlicher Abfall bis um 1940 und darauf ein zwar anhaltender, wengleich in den letzten zwei Jahrzehnten sich verflachender Wiederanstieg. Dieser Trend ist übrigens besser gesichert als jener im Norden.

Zuletzt sei noch auf den U-Test (MANN, WHITNEY) als einfachste statistische Prüfung verwiesen. Hierfür sind alle Werte einer Reihe nach der Größe zu ordnen, sodaß eine Rangordnung der Jahre zustandekommt. Sodann wird die Gesamtperiode nach Hälften geteilt und untersucht, welche Jahre aus der oberen Hälfte der Jahresrangordnung in der ersten oder zweiten Periodenhälfte auftreten. Das Ergebnis erlaubt eine Entscheidung zwischen Zu- und Abnahme und nennt die Irrtumswahrscheinlichkeit dieser Aussage.

Der Test an den je vier Reihen der drei Gebiete zunächst ein widersprüchliches Ergebnis: In allen drei Gebieten hat die Dauer der Schneedecke zu-, deren mittlere Höhe aber zugleich abgenommen. Allerdings ist die zugehörige Irrtumswahrscheinlichkeit mit 20 % sehr hoch. Für den jährlichen summierten Deckenzuwachs und damit wohl auch für die Neuschneesummen sowie für die jährlichen maximalen Schneehöhen ist nur im Gebiet Nord und im Zentralraum Abnahme anzunehmen, ebenfalls mit 20 % Irrtumswahrscheinlichkeit. Anders lautet das Ergebnis für Osttirol, wo der summierte Deckenzuwachs und die maximalen Höhen zugenommen haben dürften, im ersten Fall mit nur 10 %, im zweiten mit 20 % Irrtumsvermutung.

Die widersprüchliche Entwicklung von Schneedecke und Schneehöhe wird zum Teil durch eine Veränderung im Verlauf der Winter erklärt. In Abbildung 10 sind die relativen Anteile von Vor-, Haupt- und Nachwinter an der gesamten Dauer der Bedekung dargestellt, wobei 26 Reihen mit mindestens 85 Jahren Beobachtungsdauer verwendet wurden. Die neuerliche Anwendung des U-Testes ergibt für den Vor- und Hauptwinter eine Abnahme, bedingt wohl auch durch das Auftreten von kernlosen Wintern. Die Irrtumswahrscheinlichkeit erreicht im ersten Fall 20 %, im zweiten nur 10 %. Entsprechend ist aber der Anteil des Nachwinters größer geworden (Irrtumswahrscheinlichkeit 20 %). Auch dieser Befund spricht für Änderungen bei den Großwetterlagen Europas, bedingt durch das Geschehen über dem Nordatlantik.

Schließlich wurde auch untersucht, ob eine unterschiedliche Entwicklung in Abhängigkeit von der Seehöhe eingetreten ist. Grundsätzlich besteht zwischen dem kubischen Trend der Gebietsdurchschnitte ober- und unterhalb von 1.000 m kein Unterschied: Er gleicht jenem der Gebiete Nord und Zentral, in dem die meisten Orte liegen. Immerhin ist die Irrtumswahrscheinlichkeit für das untere Stockwerk allgemein geringer (bei der Dauer der Schneedecke das Doppelte der Streuung). Überdies ist auch eine Wiederzunahme der Dauer der Schneedecke usw. in Osttirol unterhalb von 1.000 m nicht gegeben.

Für die letzten Jahrzehnte können die bereits in der Schweiz an kürzeren Schneemeßreihen gewonnenen Ergebnisse bestätigt werden (FÖHN 1990): Die Winter sind nicht entscheidend schneeärmer geworden, die in den letzten Jahren vor allem im nördlichen Landesteil aufgetretenen Abweichungen liegen durchaus im Bereich der Schwankungen des letzten Jahrhunderts, weshalb auch eine Abhängigkeit von einer globalen Klimaänderung nicht beweisbar ist. Allerdings wird man die weitere Entwicklung sehr aufmerksam verfolgen müssen.

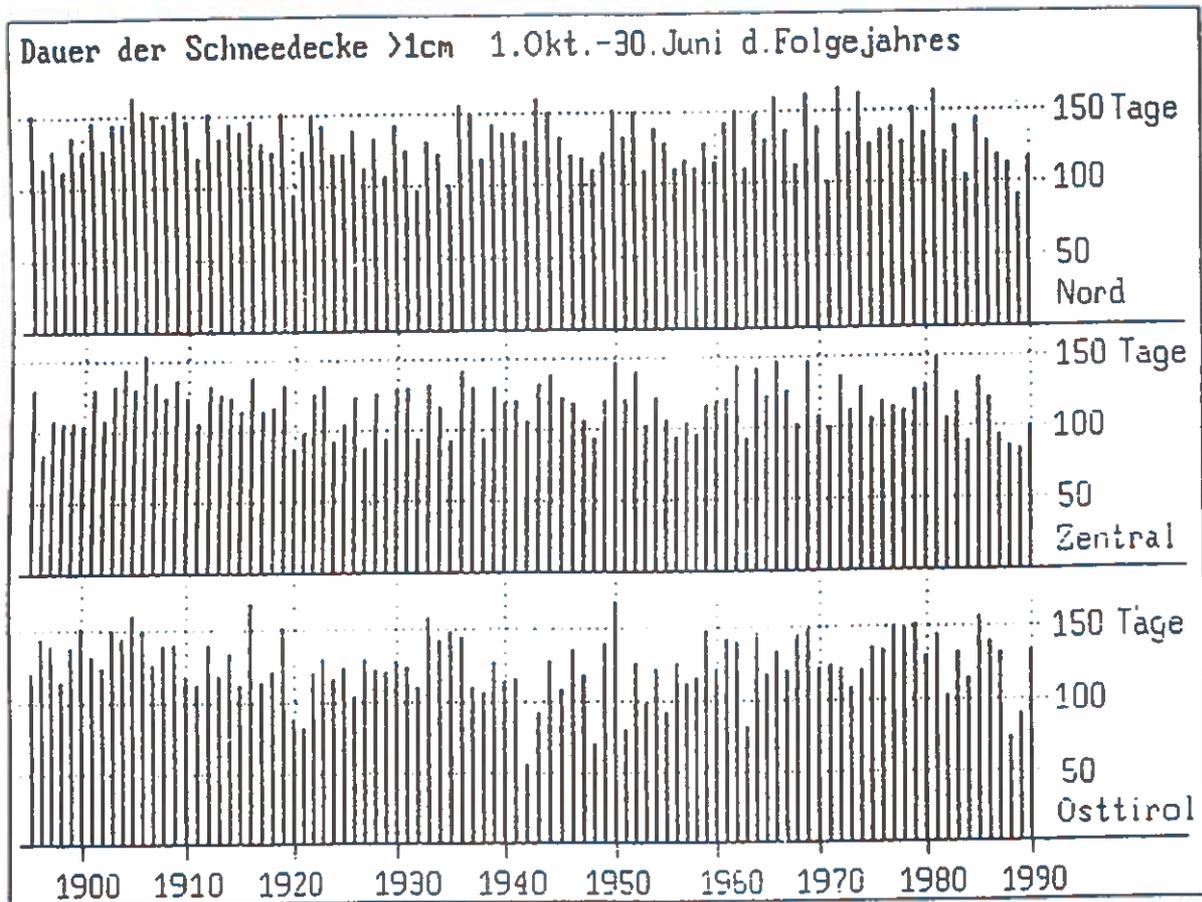


Abb. 6: Dauer der Schneedecke > 1 cm-1.Okt.-30. Juni d. Folgejahres

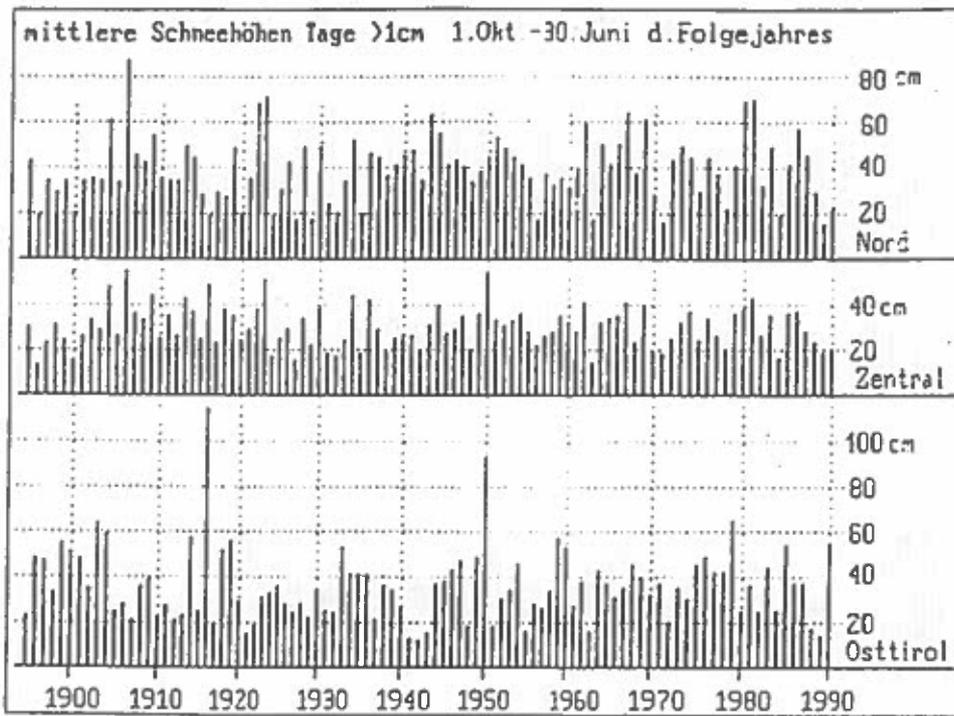


Abb. 7: Mittlere Schneehöhen Tage > 1 cm - 1. Okt. - 30. Juni d. Folgejahres

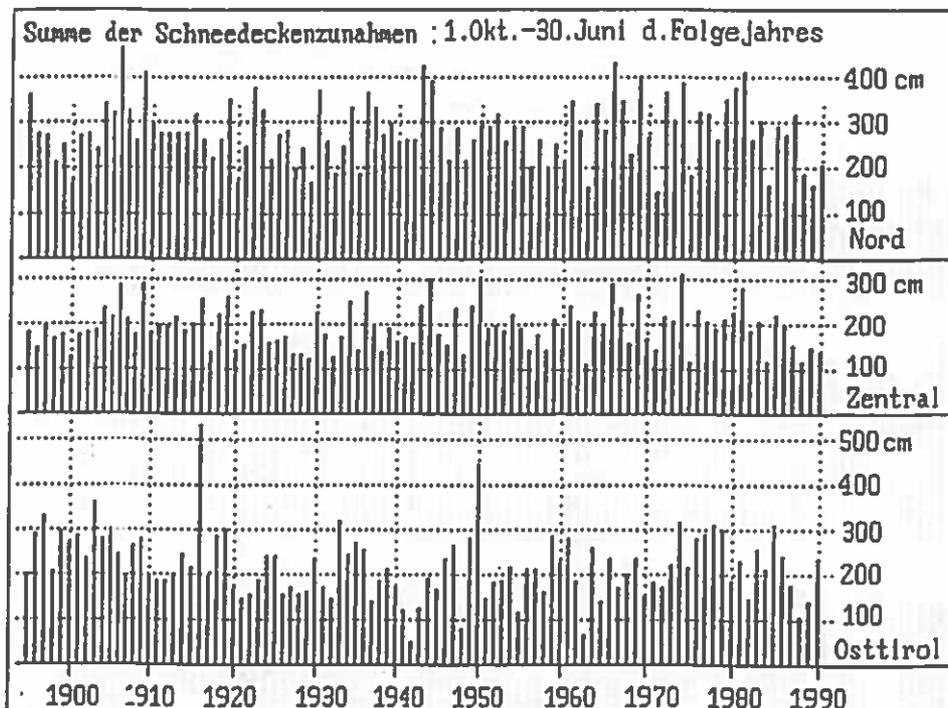


Abb. 8: Summe der Schneedeckenzunahmen: 1. Okt. - 30. Juni d. Folgejahres

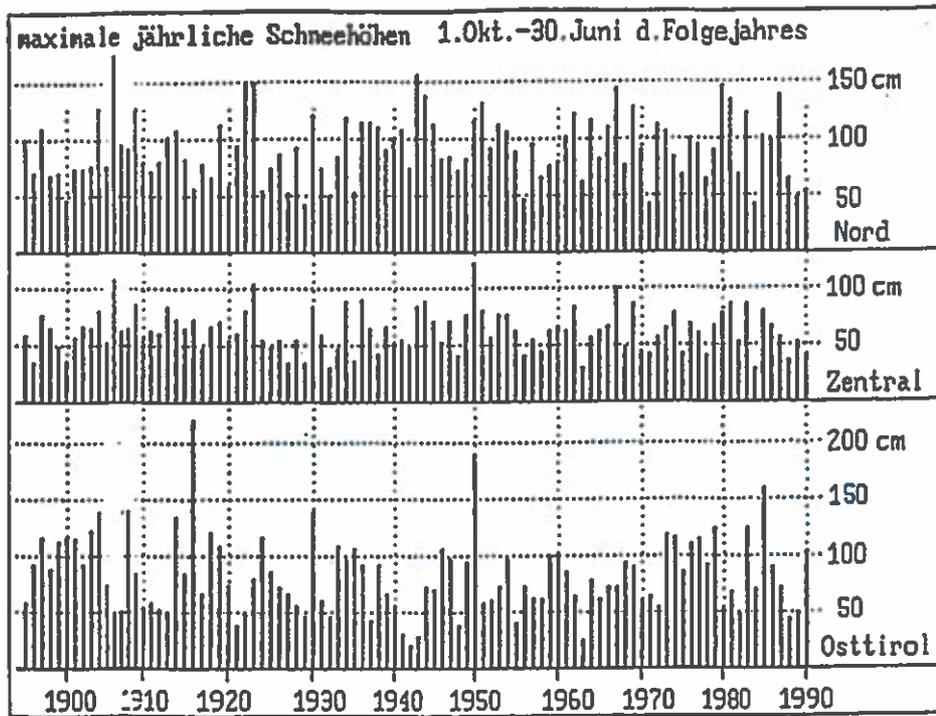


Abb. 9: Maximale jährliche Schneehöhen: 1. Okt. - 30. Juni d. Folgejahres

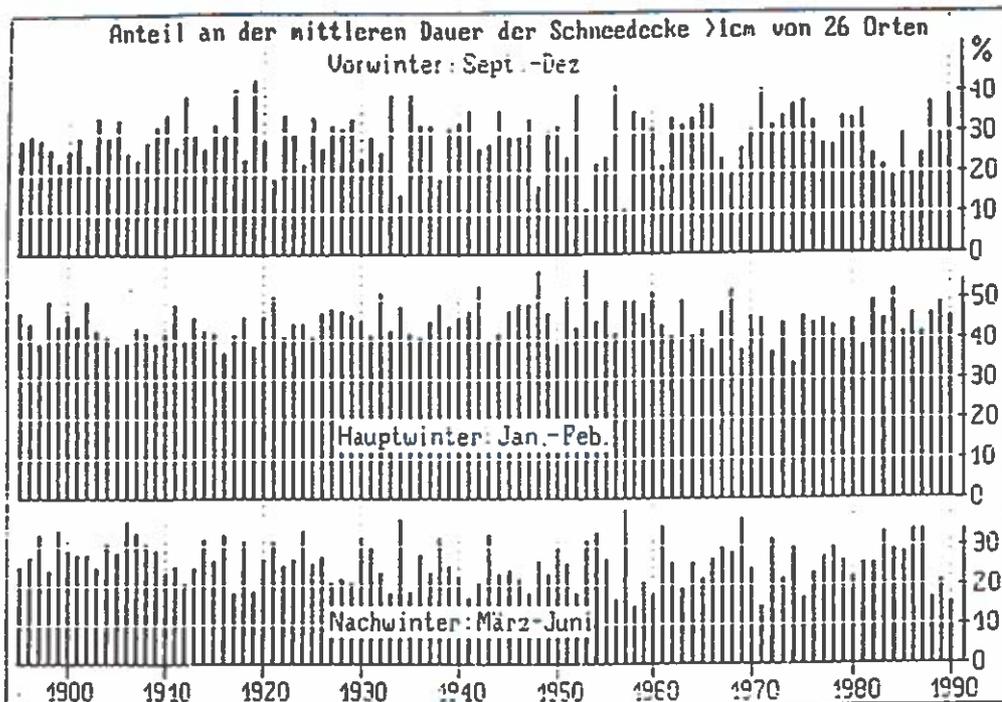


Abb. 10: Anteil an der mittleren Dauer der Schneedecke > 1 cm von 26 Orten

7. Zusammenfassung

In Nord- und Osttirol wurden 80 Reihen mit Schneebeobachtung im Zeitraum 1895-1991 kritisch bearbeitet. Mit Zusammenfassung in drei Teilgebieten wird die nicht sehr straffe Beziehung zwischen der Seehöhe und klimatologisch kennzeichnenden Werten gezeigt, vor allem zur Dauer der Schneedecke, die sich von Jahr zu Jahr stark ändert. Ebenso weist die Verzögerung des jährlichen Zeitpunktes maximaler Schneehöhe eine große Streuung auf. Die säkulare Veränderung tritt gegenüber den Schwankungen innerhalb einer Dekade völlig zurück, doch geben Trendrechnung und U-Test einige Hinweise für verschiedene Entwicklung nördlich und südlich des Alpenhauptkammes. Wahrscheinlich hat eine leichte Verlagerung vom Vorwinter (bis Dezember) und eine fühlbare vom Hauptwinter (Jänner und Februar) auf den Nachwinter stattgefunden. Entgegen diesem Trend hat in den letzten fünf Jahren der Vorwinter (bis Dezember) am Gewicht gewonnen, der Nachwinter (ab März) verloren. Daran ändert auch der Winter 1990/91 nichts, da den mehrfachen Rückfällen im April und Mai ein schneearmer März vorangegangen war.

Im Norden Tirols ist in der Höhenstufe oberhalb von 1.000 m der Winterrückzug etwas schwächer ausgefallen als in der Niederung, während in Osttirol oben eine Zunahme, unten aber ein gleichbleibender Stand festzustellen war. Die letzte Dekade ordnet sich dieser großzügigen Entwicklung nur teilweise ein. Dauer der Bedeckung, mittlere und maximale Schneehöhen sowie zwischentäglicher Deckenauftrag haben fast überall deutlich abgenommen. Unter den bearbeiteten 96 Wintern stand jener von 1989/90 in der Rangordnung der Dauer der Schneebedeckung an vorletzter, der mittleren Schneehöhen an letzter Stelle.

8. Literaturverzeichnis

FLIRI F. (1972),

Klimakarten von Tirol 1: 600.000, 2. Teil: Häufigkeit der Schneedecke am 20. November, 20. Jänner und 20. März, mittlere Dauer der Schneedecke, durchschnittliche jährliche Schneehöhe (Periode 1939/31-1959/60). In : Tirol-Atlas, 3. Lieferung, D8-D13. Innsbruck.

FLIRI, F. (1975),

Das Klima der Alpen im Raume von Tirol, Universitätsverlag Wagner, 454 S. Innsbruck.

FLIRI, F. (1975),

Schneeverhältnisse. In: Begleittexte II zum Tirol-Atlas, Karten D8-D13, S.19-24. Innsbruck

FLIRI, F. (1980),

Wahrscheinlichkeitskalender für Schneehöhen. In: Tirol-Atlas, Karte D17. Innsbruck

FLIRI, F. (1980),

Ein Beitrag zur Kenntnis des Jahresganges der Schneehöhe im Alpenraum von Tirol. In: Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie, XVI, H. 1, S.1-9, mit einer Kartenbeilage.

FLIRI, F. (1981a),

Begleittext zu Karte D17 des Tirol-Atlas: Wahrscheinlichkeitskalender für Schneehöhen. In: Begleittexte zum Tirol-Atlas VI., Tiroler Heimat 43./44. Jg., S. 27-31. Innsbruck.

FLIRI, F. (1981b),

Über Beziehungen zwischen Höhe und Dauer der Schneedecke im Alpenraum von Tirol. In: Earx et Climats, Melanges geographiques offerts en hommage a CHARLES-PIERRE PEGUY, S.205-214. Grenoble.

- FLIRI, F. (1991),
Cambiamenti del clima delle Alpi orientali negli ultimi 200 anni con particolare considerazione degli ultimi decenni. In: PINNA M. (Hrsg.), Le variazioni recenti del Clima (1800-1990) e le prospettive per il XXI secolo. Memor. Soc. Geogr. Ital. XLVI, S. 273-282.
- FÖHN P. (1990),
Schnee und Lawinen. In: Schnee, Eis und Wasser der Alpen in einer wärmeren Atmosphäre. In: Mitt. d. Versuchsanst. f. Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, 108, S.33-48 ETH Zürich.
- GUMBEL E.J. (1958),
Statistics of extremes, Columbia Univ. Press, New York.
- JENKINSON A.F. (1955),
The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements. In: Quart. Journ. Royal Meteorological Soc., 81, S.158-171.
- KLINGER E. (1986),
Die Wetterbeobachtungen an Klimastationen. Zentralanstalt f. Met. und Geodyn. Wien. 107 S.
- LAUSCHER A. u. F. (1975),
Die Zeitpunkte größter Schneehöhe in den Ostalpenländern. In: Wetter und Leben, 27, S.26-30.
- LAUSCHER A. u. F. (1981),
Vom Schneeklima der Ostalpen. In: Jahresber. d. Sonnblick-Vereines, 76/78, S.15-23.
- STEINHAUSER F. (1970),
Die säkularen Änderungen der Schneedeckenverhältnisse in Österreich. In: Jahresber. d. Sonnblick-Vereines, 66/67, S.1-19.

9. Summary

Fliri, F.: Snow cover in North and East Tyrol, 1895-1991

Snow cover record of 80 stations in North and East Tyrol were critically examined, homogenized and completed for the period 1895 to 1991. The stations were subdivided into three groups according to climatic criteria: North, Central, South (East Tyrol). Time series of the following parameters were analyzed:

- 1) mean snow depth
- 2) annual maximum snow depth
- 3) annual sum of daily snow cover increments
- 4) snow cover duration in the periods September to December; January an February; March-June.

Although secular trends are smaller than the amplitude of decadal variations there is a weak indication that mean snow depth has decreased in the northern an central area. This was accompanied by a shift of snow cover days toward late winter.

The winter of 1989/1990 had the last but one position as far as snow cover duration is concerned an ranked last with respect to mean snow depth. In contrast to the general trend, the winters of the last five years, however, had more snow in early winter and comparatively little snow in spring.

Anschrift des Verfassers:

emerit. o. Univ.-Prof. Mag. Dr. Dr.h.c. Franz Fliri,
A-6121 Baumkirchen, Tirol

10. SNOW AVALANCHE DISASTER OF WINTER 1992 IN SOUTHEASTERN
ANATOLIA, TÜRKIYE

Ibrahim GÜNER, Ankara

Abstract

The statistics available, reveal that in the mountains parts of Eastern Anatolia, snow avalanches cause a death all of on average 40 people in a year without any notice of public, and the property loss can hardly be estimated. During the winter of 1992, 284 people died in three big loose snow avalanches which took place in the same region. At 110 residential units located mostly at rural areas of 13 cities, 726 houses were damaged and it will cost of 12×10^6 US \$ to rebuilt them. In this article, the natural disaster is studied from geographical, geological, geomorphological and meteorological points of view. Also a field survey of the event is presented.

1. Introduction

Türkiye is located between $35^{\circ}51'$ and $42^{\circ}06'$ N latitudes and between $25^{\circ}40'$ and $44^{\circ}48'$ E longitudes and in a mild climate belt of the world. The eastern and southeastern parts of Anatolia are rather mountainous where the peaks of Taurus Mountains are located at Hakkari region; Uludoruk 4135 m., Buzul Tepe 4116 m. This region has also glaciers and plato meadows. At higher ridges of mountains, the annuals precipitation total is over 2000 mm, but in lower valleys, it varies between 1000 mm and 2000 mm. About 44 % of annual precipitations is in winter as snow and 37 % is in spring, so the cold season precipitation total is 81 % of annual total. In the region, the winters are rather cold and long. Heavy snow fall and loose snow avalanches consisting dry, light snow, and having long run-off distance are observed. Snow avalanches occur both on south and north facing slopes of bare parts of the valley slopes. The valley of Great Zap river, experiences the most of the avalanches. The avalanche is

triggered under the effects of both on internal and external forces and its danger increases continuously with the accumulation of snow on the slopes and reaches its climax at the beginning of the melting season.

In winter, Turkish State Highway Department (TCK) keeps the intercity roads open continuously, but remote villages are cut off due to heavy snow fall. In 1992 winter, a series of snow avalanches took place in southeastern Anatolia, and caused a death toll of 284 people (Figure 1 and Table 1).

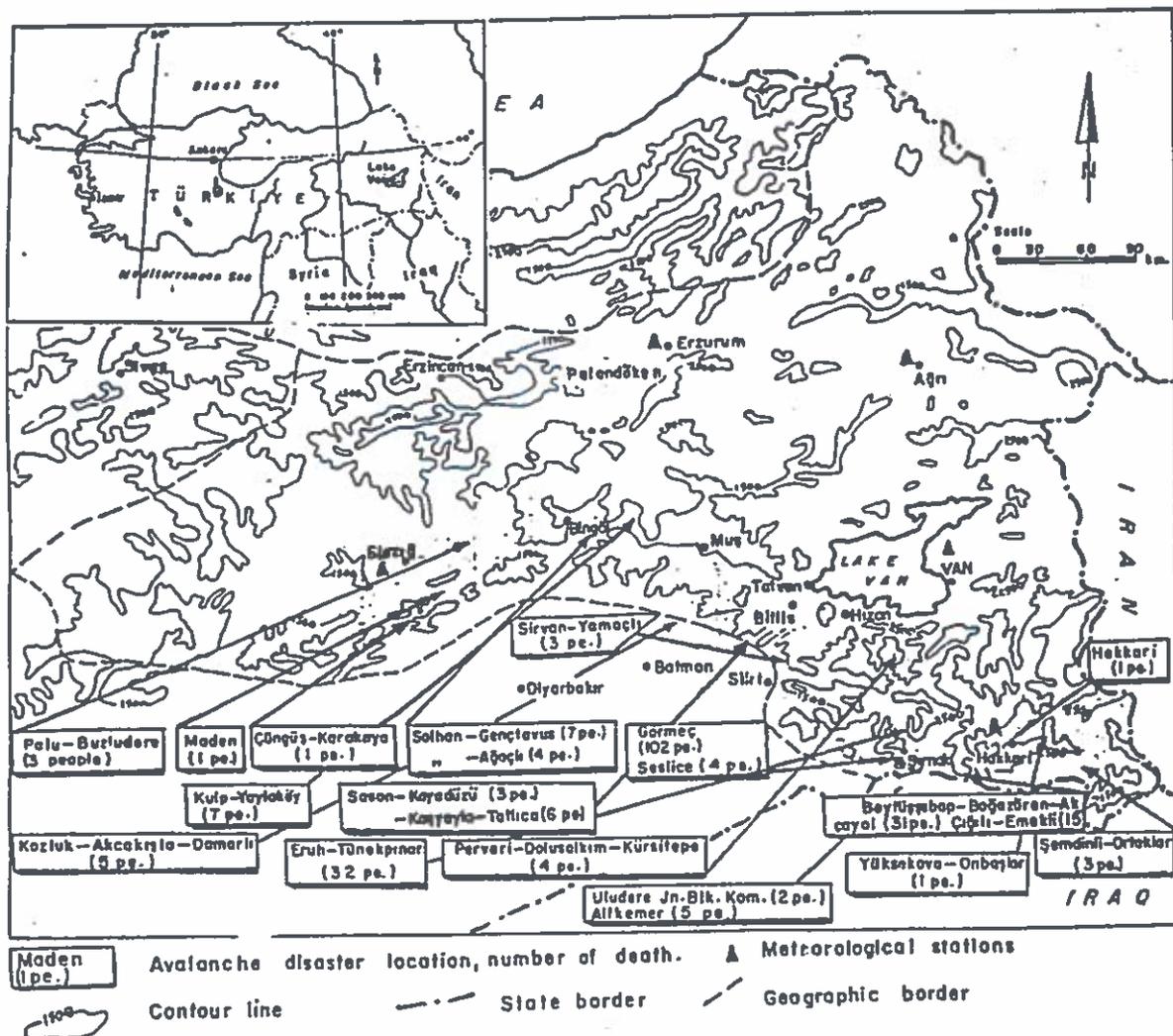


Figure - 1. The location of the disaster area and the number of the people lost in winter 1992 avalanches.

Date	Location	Number of the People lost
1950 -1982	Eastern Anatolia	245(*)
13.12.1982	Ordu - Gölköy	3
17.01.1983	Sivas - Susehri	1
22.02.1983	Erzurum - Hınıs	4
23.02.1983	K.Maraş - Göksun	1
23.02.1983	Hakkari	1
23.02.1983	Bingöl	1
28.02.1983	Niğde - Aksaray Çukurelma	2
01.03.1983	Malatya - Pötürge	2
05.03.1983	Trabzon - Hamsiköy	17
05.03.1983	Bitlis - Kebanlar	2
06.03.1983	Road to Karakaya dam	3
10.03.1983	K.Maraş - Süleymanlı - Hüsnü	3
Feb., 1988	Erzurum - Tekman	2
Feb., 1988	Erzurum - İspir - Çayırözü	3
Feb., 1988	Erzurum - Tortul - Kireçli	1
Feb., 1988	Hakkari - Şemdinli	3
Feb., 1988	Sivas - İmranlı	1
March, 1988	Hakkari - Yüksekova	
	İkiyaka village	19
03.09.1988	Artvin - Savaşat - Sarıgöl	7
15.02.1989	Siirt - Pervari	
	Kıslacık	1
27.11.1989	Trabzon - Gümüşhane	2
21.02.1990	Bingöl	2
23.02.1990	Mus	2
2-5.1.1991	Van - Hakkari - Yüksekova	27
23.01.1991	Siirt - Pervari	3
02.02.1991	Siirt - Silvan	1
18.02.1991	K.maraş - Ekinözü	3
02.11.1991	Kayseri - Erciyes	2
2-5.1.1992	Van-Hakkari-Yüksekova, Karabel	27
1-3.2.1992	Sırnak - Siirt - Batman	
	Hakkari - Elazığ - Giresun	167
8-9-10.2.1992	Sırnak-Batman-Elazığ	
	Bingöl- Diyarbakır	88

(*) Information based on General Directorate of Natural Hazards statistics and Tuncel (1989).

Table 1: Number of human life losses in avalanches during the period of 1982 - 1992, and their localities in Türkiye.

Most of the victims are civilians living in the rural area and state employees working at the region. A detailed survey of the property loss of 1992 disaster was completed by the field experts of the General Directorate of Natural Hazards. The snow avalanches hit 110 residential units and the most of them located in remote areas, of 13 provinces, in Eastern Anatolia, except Giresun which is located on the Black Sea region, and damaged 726 houses (Table-2). All the damages property will be rebuild with 12×10^6 US \$.

The snow avalanche disaster zone has a lot of snow every year. The depth of accumulating snow in the region is measured at meterological observation stations by State Meterological Service -(DMT). These stations are located in cities and towns, and usually less snow is measured in urban areas than rural areas, and the most of the avalanches occurs in remote villages. Another factor is the micro climate in cities and towns due to heating up the local air masses by central heating, local traffic etc. This year, according to records, the snow accumulation in the cities was not very abnormal but the local people living in rural areas, mention about a hard winter, seen once in 50 years.

Table-2: Post Event Field Survey (*) of the Snow Avalanches Disaster of Winter 1992 in Eastern Anatolia, Turkey.

Location City	No of Residen- tial Units	Life Loss			Property Damage		
		Civil	State Employee	Total	Sure	Probable	Total
Siirt	6	32	17	49	21	-	21
Şırnak	11	63	85	148	81	29	110
Elazığ	7	-	16	16	43	-	43
K.Maraş	3	-	-	-	-	-	-
Tunceli	3	-	-	-	7	-	7
Muş	5	-	3	3	1	2	3
Bingöl	4	-	6	6	12	-	12
D.Bakır	5	-	7	7	29	-	29
Hakkari	4	-	23	23	6	66	72
Van	12	-	17	17	10	12	22
Bitlis	20	-	1	1	85	130	215
Batman	29	-	13	13	160	28	188
Giresun	1 (**)	-	1	1	4	-	4
Total	110	95	189	284	459	267	726

(*)DATA obtained from the General Directorate Of Natural Disasters, Ankara (1992).

(**)Located at Black Sea Region.

2. Description of the Event

In 1992 winter, three big disasterous loose snow avalanches occurred, they are on the January the 1st, 1992, February the 1st, and February the 8th. Loose snow avalanches usually consists of dry, light snow and have a long run-out distance. Here the prevailing wind direction accompanied by solid precipitation during winter follows the main valley directions which is W - E. Also a series of small avalanches came down to highways and closed the intercity connection temporarily, but fortunately there was no human loss in small avalanches. But, the XI.th Van Regional Directorate of TCK spent about 6×10^6 US \$ to keep the 2230 km intercity roads open to traffic, with a maintenance program covering 75 days, with 620 workers equipped with 230 machines (grayder, loader, 15 dozers & straight-blade trucks) cleaning 37×10^6 m³ snow, $1,7 \times 10^6$ m³ avalanche ice and debris material. Due to damage on energy transmission lines, the electricity could not be provided for the villages for more than weeks. The Great Zap river flow was temporarily blocked for 9 hours by the huge snow mass which came down to the river bed wiht a big snow avalanche on February 20, 1992.

On March 25, a post-avalanche survey trip to the disaster zone was realised by the cooperation of TCK, and it was observed that only the snow on south facing slopes had melted, but 95 % of the area was still covered by snow. This brought up the question of flash floods if sudden melt occurs.

During the same field trip, series of stress-cracks on the snow packs hang on the steep north facing slopes without any vegetative cover of the river Great Zap valleys, were observed. Some villages located under the avalanche danger were warned about the risk of climax avalanche due to matured snow pack with high snow density of 350-500 kg/m³.

3. Geology

The avalanche zone is in Eastern Taurus an Border Folds region and the most important geologic formation of the zone is Bitlis Massive Metamorphics, mainly formed by Gneiss, various schists and marble. There are also crystallized limestone, ophiolites of Mesozoic, sedimentary and volcanic rocks of Cenozoic age. Since the region is located at the contact zone of Arabian and Anatolian plates (Bitlis Suture Belt), all the geological units observed are extremely deformed and altered and this situation is mainly observed at ultrabasic rocks, ophiolites and schist units. Because of this reason, already heavily altered formation, decompose more due to snow, ice, water and the day and night temperature difference, and form lubricant surfaces prone to avalanches, on the steep slopes of valleys covered by snow pack.

4. Synoptic Situation

Prior to snow avalanche events, in all three events on January 1, February 1, and February 8, 1992, heavy snowfalls were reported under the identical synoptic situations. Synoptic situation on January 1, 1992 at 00 GMT which brought heavy snowfall accompanied with low temperature and strong wind and subsequently induced snow avalanche in the eastern and south eastern part of Türkiye was as follows (Figure 2): A short wave trough spanned from northern Türkiye to western Egypt across Mediterranean; 500 hPa. low centered over northern Türkiye with a geopotential height of 534 and temperature of -39°C associated with a surface pressure centre in the east Mediterranean region with a value of 1000.3 mb; cold front extending from low pressure centre to the south of Greece and warm front to southeastern DMt reported strong wind and minimum surface temperature around -12°C at the same day.

5. Climatology

According to meteorological data of Van and Hakkari Meteorological stations, before the avalanche events of 1992 February, a very sudden snow accumulation of more than 50 cm in 24 hours (Figure 3), was observed with a strong wind of 7,5 m/sec average velocity, and this wind was continuous for more than two days. In Bitlis Meteorological station, snow depth increases from 90 cm. (February 4, 1992) to 193 cm (February 8, 1992) in four days. In Tatvan station, located on the western coast of the Lake Van, the thickness of the snow layer on the ground increased from 100 cm to 200 cm, and Hakkari, the most southeastern city center of the region the snow depth increased from 145 cm to 202 cm. In February, the avalanche zone got more snow than the long term monthly mean value. The measured snow density was 130 kg/m^3 at elevation of 1920 m and 200 kg/m^3 at elevation of 2290 m during the event. Also, the ground was covered by a thin old snow pack with an ice crust on top due to surface melting. On the 8th of February, 1992, the climatological condition similar to February the 1st, repeated itself, i. e. heavy snow -fall, with strong wind prevailing more than 48 hours, and a similar disaster occurred. Because it is hardly possible to mention warm spells prior to avalanche events. The day-time maximums and night time minimums (of previous nights) temperatures observed at Van and Hakkari meteorological stations (Figure 3) have no trend of positive degrees which made the field conditions more suitable for loose snow avalanches. The physical properties of snow, such as depth, density and water equivalent change drastically before and after the avalanche event and these values increase up to $500\text{-}600 \text{ kg/m}^3$ at the toe of the avalanche route, but decrease at the top of the long run-out distance of loose snow avalanches.

6. Morphology

The topographic slopes measured along the avalanche path by using inclinometer, were about 25-30° with horizontal at the end of run-out path, 50-60° at middle parts of the route and even 90° at certain parts where free fall of sliding mass was observed (Gürer, 1992). Especially at steep sloped avalanche routes, a small piece of snow cornice could easily initiate a big avalanche.

The disaster area has almost no forest cover. According to the map prepared in 1962 (Gökmen, 1962), oaks of shrub size consisted about 40% of the total surface area, but in 1992, during the field observations, most of the trees were found to be cleared by the local people for fire wood and stoves. Due to human destruction of the forest cover of southeastern Anatolia, the areal distribution of "Anthropogenic Step" in the region rapidly increases.

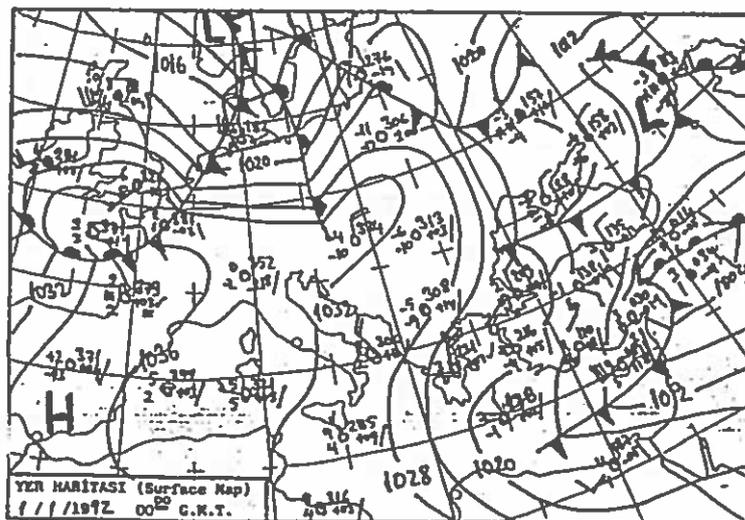
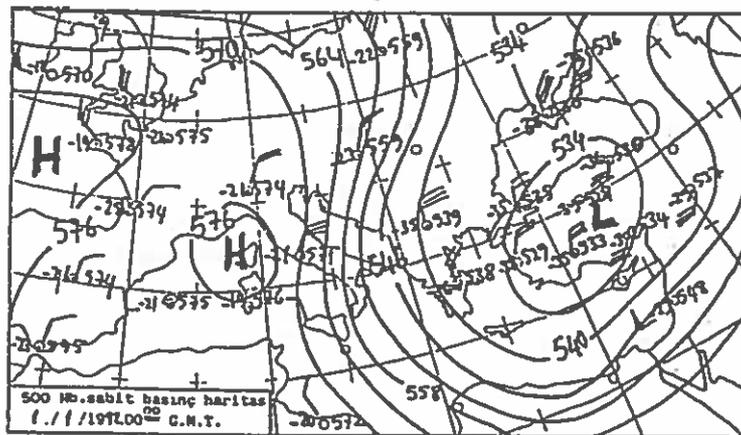
7. The Classification of The Avalanches of Winter 1992 in Türkiye

The avalanches occurred during winter 1992 at southeastern Anatolia are classified as loose snow valley, and direct surface snow avalanches. The post-Event survey of 84 avalanches occurred along Van-Hakkari-Cukurca highway stretching parallel to Great Zap river (figure-4), were found to be Class No: 4 and 5 type avalanches according to U.S. Soil Conservation Service criteria (USDA, 1961) e. i. very destructive to human and property. Because the houses built by local workmanship and available construction material are rather poor and unable to cope with the severe winter condition which is expected once in a period of 50 years.

8. Conclusion

The rare but disastrous snow avalanches events may repeat themselves every year. The avalanches risk maps bases on geological, geomorphological, topographical and meteorological data of the possible avalanche regions are to be prepared. At this stage, the preliminary analysis of the past events are being done. In connection with avalanche problem of Türkiye, the general information and available field data may be exchanged. Cooperative research projects with foreign experts of any organisation and university specialized in snow avalanches problem are wellcomed.

Figure-2. Synoptic situation of January 1, 1992 at 00. GMT, at Mediterreanean region.



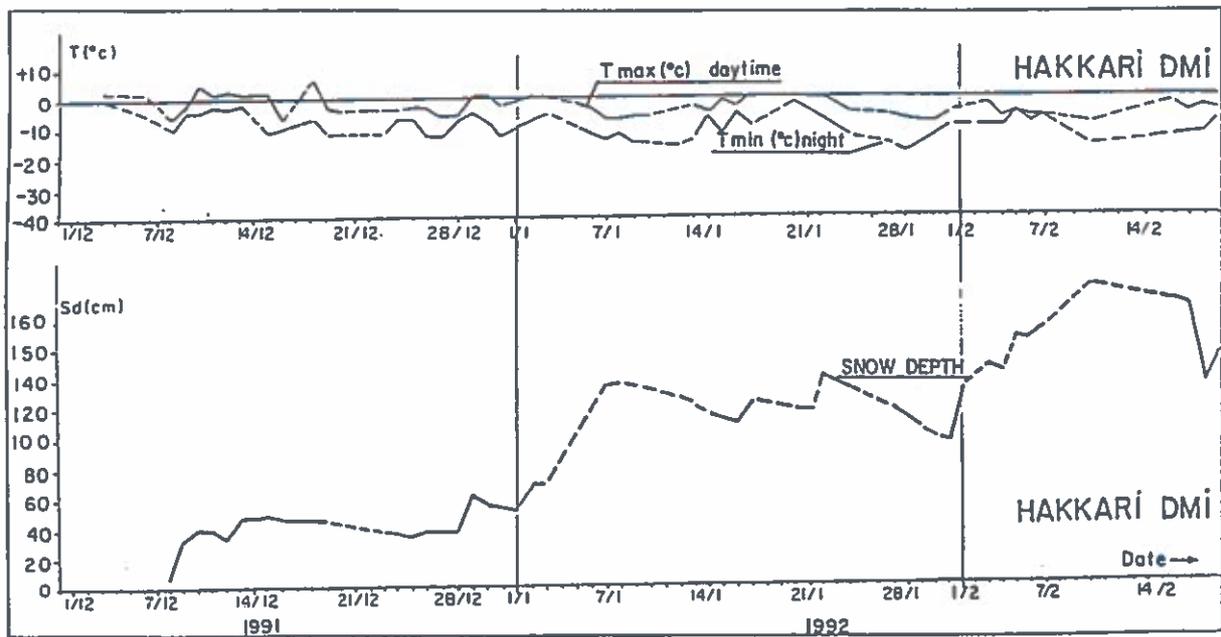
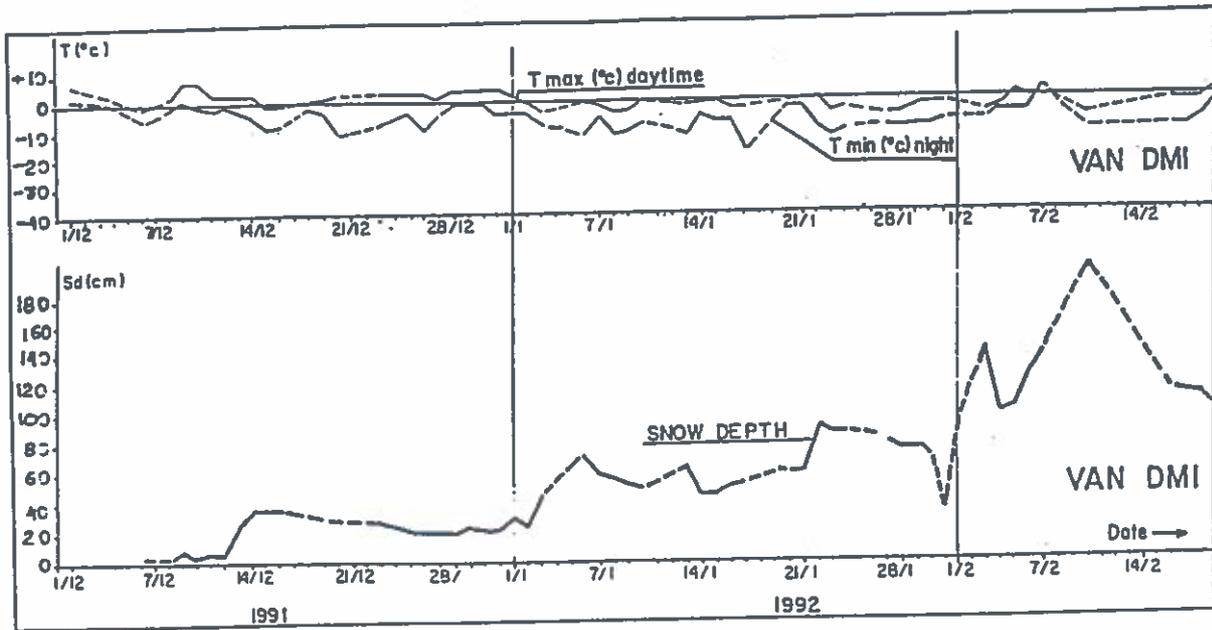


Figure-3. Variation of the most important climatological parameters during winter 1992 in avalanche region.

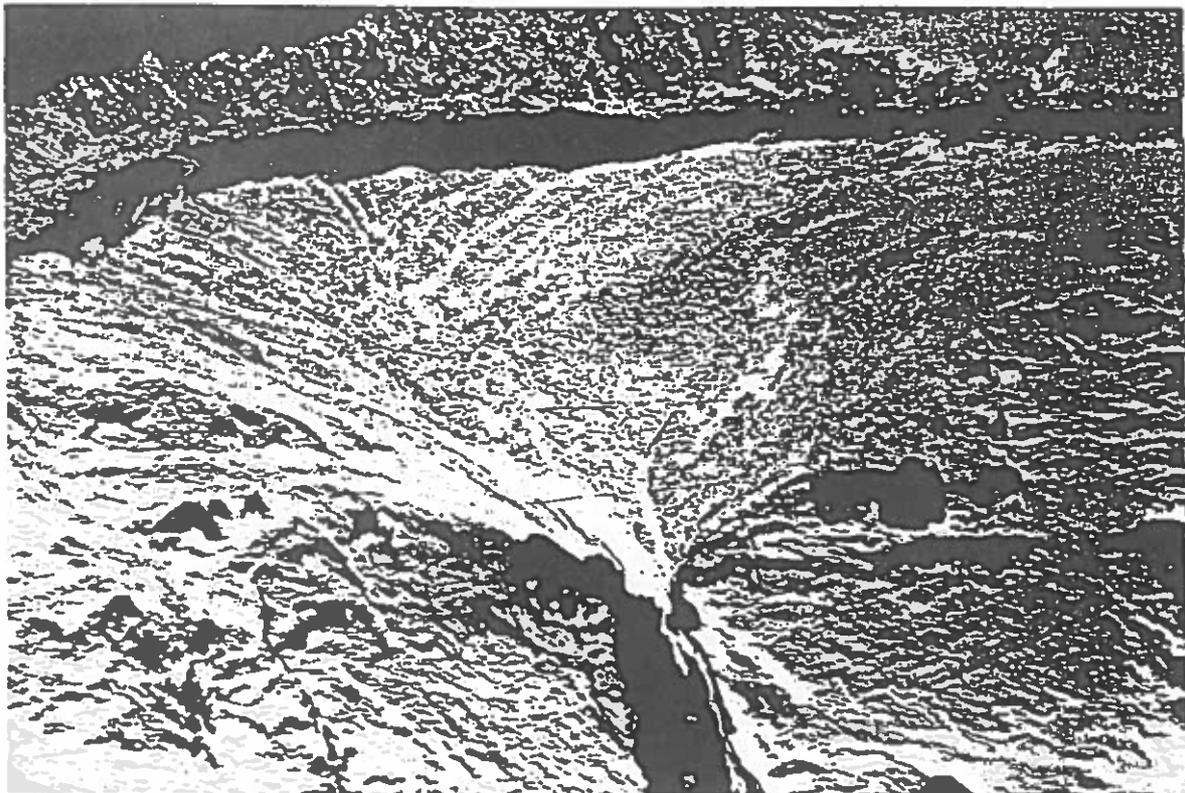
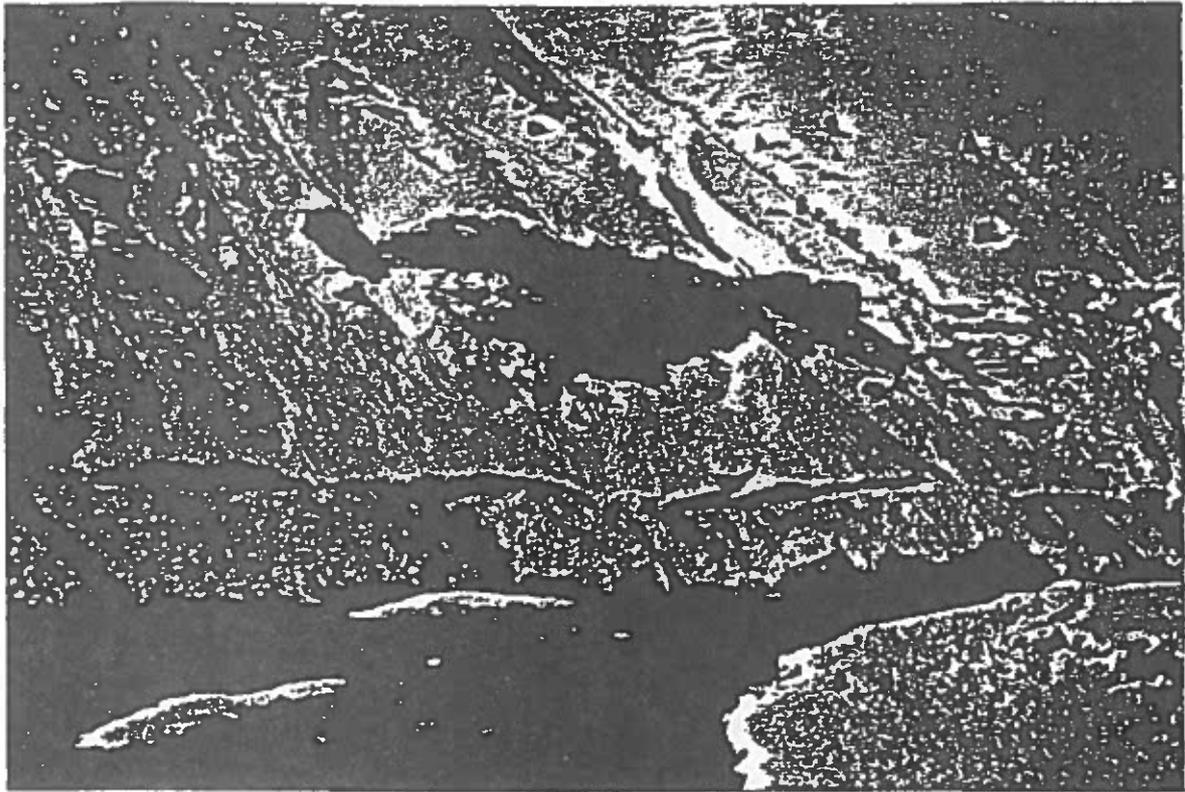


Figure-4. Typical snow avalanche photographs taken on March 25, 1992 at Sümbül Dag avalanhche route on Hakkari, Cukurca highway, nearby the Grat Zap river.

9. References:

Gökem, H. 1962, "Türkiye de Orman ve Ağaclarin Yayilisi - 1/2500000 Ölcekli Harita", KHGM, Ankara.

Gürer, I., 1992, "Güneydogu Anadolu, Subat 1992 Cig Felaketi Analizi", TCK, Ankara (Rapor).

USDA, 1961, "Snow Avalanches", A Handbook of Forecasting And Control Measures Agriculture Handbook No: 194, USDA, Washington D.C. .

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ibrahim Gürer

Assoc. Prof. in Hacettepe University, Engineering Faculty,
Geological Engineering Dapartment, Beytepe, Ankara, Türkiye

11. "LAWINENVERSCHÜTTUNG - ÜBERLEBENSCHANCE"

Roland Luzian, Innsbruck

Bericht über den Workshop "Lawinenverschüttung-Überlebenschance" am Institut für Lawinenkunde (FBVA) in Innsbruck am 20.05.1992.

Am 20. Mai 1992 fand im Institut für Lawinenkunde - Forstliche Bundesversuchsanstalt in Innsbruck (Hofburg) ein Workshop zum Thema "Lawinenverschüttung-Überlebenschance" statt.

An der von Ass. Prof. Univ. Doz. Dr. B. Lackinger vom Institut für Bodenmechanik, Felsmechanik und Grundbau (Universität Innsbruck) und Dr. H. Schaffhauser, Leiter des Institutes für Lawinenkunde (Forstliche Bundesversuchsanstalt) geladenen Diskussionsrunde nahmen 17 Personen teil. Diese gehörten dem Kreis der Lawinenmedizin, des Wetterdienstes, der Lawinenwarndienste, der Berg- und Flugrettung, der Alpingendarmerie, der Berg- und Schiführer, der alpinen Vereine und der Lawinenforschung an.

Der Workshop wurde als Reaktion auf das von Univ. Doz. Dr. F. Berghold bei den 25. Kapruner Gesprächen (10.-12. Oktober 1991) gehaltenen und im Jahrbuch (1992) des Österreichischen Kuratoriums für alpine Sicherheit "Sicherheit im Bergland" publizierten Referates "Lawinenmedizin als eine Disziplin der alpinen Unfallvorbeugung" organisiert.

Mit folgenden Kurzreferaten (siehe Beiträge 6., 7. und 8.) wurde der Workshop eingeleitet:

Dr.med.H.Brugger

Bergrettungsarzt im AV-Südtirol, Ausbildungsarzt für den Verband Südtiroler Berg- und Schiführer):

Neue Perspektiven zur Lawinenverschüttung-Phaseneinteilung nach pathophysiologischen Gesichtspunkten.

Mag.M.Falk

(Institut für Biostatistik, Univ. Klinik Innsbruck):
Überlebensfunktion bei Lawinenverschüttung: Überlebensfunktion,
zensierte Daten, Turn-bull-Algorithmus.

R.Luzian

(Institut für Lawinenkunde, Forstliche Bundesversuchsanstalt):
Die Lawinenunfallstatistik des Institutes für Lawinenkunde der
FBVA im Zeitraum 1980/81 bis 1990/91 im Hinblick auf die Le-
bend- und Totbergungen mittels VS-Geräten.

Dr.med.et rer.nat.M.Burtscher

(ÖAV, Österr. Gesellschaft f. Alpin- und Höhenmedizin, Kranken-
haus Hall):

Die Lawinenunfallerhebung des österr. Alpenvereins 1986 bis
1991.

Dipl. Ing. Ch. Damisch

(ÖAV):

Verschüttetensuchgeräte - Stand der Entwicklung

M. Falk erläuterte das Turnbull-Verfahren in welches 332 Fälle
(aus der Schweiz) von Lawinenverschüttungen einbezogen wurden
(Brugger/Falk 1992). Als Ergebnis entstand eine neue, gegenüber
der Schildkurve, wesentlich differenziertere Kurve der Wahr-
scheinlichkeit auf Lebendbergung. Die Kurve läßt eine Phasen-
einteilung der Lawinenverschüttung zu (auch mehr Daten würden
den signifikanten Unterschied zur Schildkurve nicht verrin-
gern).

H. Brugger interpretierte die Ergebnisse aus pathophysiologi-
scher Sicht.

Da 93 % der Verschütteten nicht sofort tot sind und die ersten
15 Minuten überleben (Brugger/Falk, 1992), nach 45 Minuten aber
nur noch 26 % am Leben sind (tödlicher Knick, Brugger/Falk,
1992) ergibt sich als unausweichliche Konsequenz: Nur eine ef-
fiziente Kameradenhilfe bietet eine reelle Chance auf Lebend-
bergung.

Dazu ist die sachgemäße Anwendung von Verschüttetensuchgeräten (VS) und das Mitführen von Lawinenschaufeln unumgänglich.

"Der Tod wartet 15 Minuten" (Falk) - und die sind sehr schnell um; das VS-Gerät ist keine Lebensversicherung - dies' sei ausdrücklich betont - aber es bietet die einzige Möglichkeit seinen Verschütteten Kameraden rasch zu finden. Dieser muß dann aber auch noch ausgegraben werden!

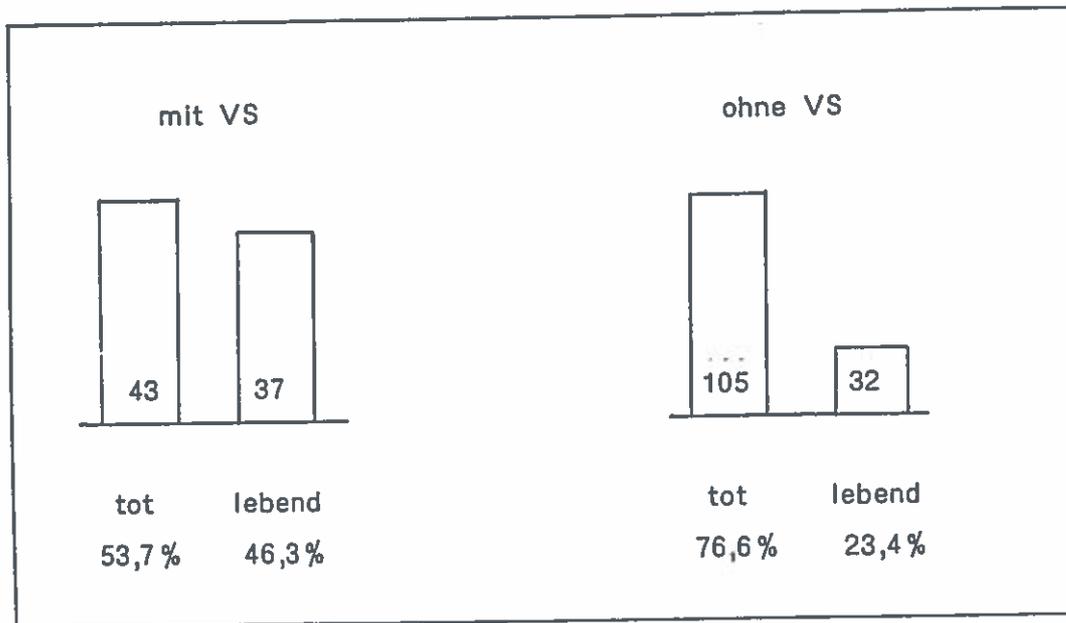
Will man sicher gehen bleibt nur: Lawinengefahr erkennen und umkehren.

Vergleich von Lebend- und Totbergungen im Hinblick auf die Verwendung von VS-Geräten. Winterhalbjahre 1980/81 bis 1989/90.

Am Institut für Lawinenkunde wurde eine Untersuchung zum Vergleich von Lebend- und Totbergungen mit und ohne VS-Geräten durchgeführt.

Für den Zeitraum von 1980/81 bis 1989/90 ergibt sich folgendes Bild (siehe Grafiken und Tabelle):

Vergleich von Lebend- und Totbergungen



VERSCHÜTTETE
mit VS gefunden

lebend	%	tot	%	Gesamt
37	46,3	43	53,7	80

VERSCHÜTTETE
ohne VS gefunden

lebend	%	tot	%	Gesamt
32	23,4	105	76,6	137

Winterhalbjahr	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	Summe
Summe der erfaßten Tourengerher *	23	67	44	75	65	84	55	73	14	18	518
Verschüttete mit VS gefunden	lebend	3	8	1	3	6	3	9	1	0	37
	tot	0	12	1	7	1	7	8	1	0	43
Verschüttete ohne VS gefunden	lebend	0	10	0	4	6	0	3	1	1	32
	tot	1	12	10	15	21	11	7	2	4	105
Summe ganz Verschüttete	4	42	12	29	37	35	21	27	5	5	217

* Alle von einer Lawine erfaßten Tourengerher, von denen jedoch nur ein Teil ganz verschüttet wurde.

Tabelle der mit bzw. ohne VS-Geräte lebend oder tot geborgenen Tourengerher (nur Verschüttete) (n. H. Bauer, R. Luzian, H. Schaffhauser)

Als Grundlage diene dasselbe Datenmaterial wie es auch von Berghold verwendet wurde (Bauer: "Lawinenunfälle im Winter in den österreichischen Alpenländern", Jahrbücher des Österr. Kuratoriums für alpine Sicherheit).

Im Unterschied zu Berghold wurden jene Fälle herausgefiltert, die tatsächlich für eine Suche mit dem VS-Gerät relevant sind. Das sind jene Personen, die sich auf Schitour befinden und von einer Lawine völlig (d.h. nicht mehr sichtbar) verschüttet werden und sich nicht selbst befreien können.

Bei den 520 Lebendbergungen von 1981 - 1987 (Berghold) wurde nicht berücksichtigt, daß davon allein über 300 Selbstrettungen waren und nur teilweise oder gar nicht Verschüttete oder keine Schitourengeher waren.

Das heißt, daß diese Personen für die Verwendung bzw. Anwendung eines VS-Gerätes gar nicht in Frage kamen.

Daraus resultierte eine eklatante Verfälschung des Bildes zum Nachteil der VS-Geräte.

Wie das nachfolgend angeführte, durch Zufall bekannt gewordene, Beispiel zeigt, muß auch noch die Existenz einer Dunkelziffer, die von einigen Experten als recht hoch eingeschätzt wird, in Betracht gezogen werden: Bei einer Schitour in Tirol wurde eine 10-köpfige Gruppe verschüttet. Fünf Personen konnten sich selbst befreien und fanden mittels VS-Geräten die übrigen. Diese konnten sie mit Hilfe der mitgeführten Schaufeln rasch ausgraben.

Abgesehen von der lebensrettenden Funktion sollte auch der volkswirtschaftliche Nutzen der VS-Geräte nicht übersehen werden.

Ob oder inwieweit jedoch VS-Geräte zu unfallkausalem Verhalten verleiten ist nicht bekannt. Ein Grund dazu ("wir sind ja mit dem Pieps ausgerüstet") gibt es keinesfalls. VS-Geräte sind keine "Lebensversicherung im Tiefschnee", wie es die Werbung den Käufern vorgaukelt. Denn es gilt zu Bedenken, daß ein Verschütteter, auch wenn er sofort gefunden wird, auch mit der

besten Schaufel nur mit geringer Wahrscheinlichkeit schnell genug aus größerer Tiefe (über einen Meter) ausgegraben werden kann.

Abschließend sei nochmals auf die Beiträge 6. (Brugger/Falk), 7. (Burtscher) und 8. (Damisch) verwiesen.

Literatur:

Bauer, H. (1980 ff):

Lawinenunfälle im Winter in den österreichischen Alpenländern. Jahrbücher des Kuratoriums für alpine Sicherheit "Sicherheit im Bergland" 1980 bis 1992.

Berghold, F. (1991):

Lawinenmedizin als eine Disziplin der alpinen Unfallvorbeugung. Institut für Sportwissenschaften der Universität Salzburg.

Brugger, H., Falk, M. (1992):

Neue Perspektiven zur Lawinenverschüttung. Wiener klinische Wochenschrift S 104/6, S 176-173.

12. LAWINENORGANISATION
SANIERUNG KÖLNBREINSPERRE INNERES MALTATAL
WINTER 1988-92

Peter Zirknitzer, Großkirchheim

Die Hochgebirgsbaustelle Kölnbreinsperre ist besonders winterlichen Gefahren ausgesetzt.

Um eine ausreichende Sicherheit der Höhenbaustelle und ihrer Zufahrtsstraße zu erreichen, wurde eine Lawinenkommission gebildet, welche aus einem Lawinenexperten, Vertretern der Österreichischen Draukraftwerke und Mitarbeitern der Baufirmen bestand.

Die Aufgabe der Kommission war es, alle erforderlichen Maßnahmen zum Schutz von Leben und Sachwerten zu treffen. Der Lawinenwarndienst der Kärntner Landesregierung hat auch mit fachlicher Beratung beigetragen.

Das Aufgabengebiet eines Lawinenexperten umfaßt die Einschulung der Beobachter, der Lawinenposten, der Rettungsmannschaft, sowie des ganzen Personals auf das Verhalten und die Sicherheitsmaßnahmen bei Lawinengefahr.

Weiters sind tägliche Lawinenprognosen zu erstellen und die erforderlichen Maßnahmen zu treffen: Lawinenwarnung, Sperren von Baustellen und Straßenbereichen und die Durchführung von Lawinensprengungen.

Die Gefahrenstufen wurden an übersichtlichen Stellen durch Tafeln dem Personal zur Kenntnis gebracht.

Gefahrenstufe 0 - keine Lawinengefahr

Straßen und Baubereiche sind Tag und Nacht ohne Einhaltung von Sicherheitsmaßnahmen benutzbar.

Gefahrenstufe I - geringe Gefahr

Das Begehen durch Einzelpersonen bzw. Befahren durch Einzel Fahrzeuge von gefährdeten Strecken ist verboten.

Fahrten und Arbeiten dürfen nur kontrolliert durchgeführt werden. Das Tragen eines VS-Gerätes ist vorgeschrieben. Bei allen gefährdeten Arbeitsstellen ist ein Fluchtweg vorzusehen.

Gefahrenstufe II - erhöhte Lawinengefahr

Es dürfen nur mehr dringende Arbeiten und Fahrten durchgeführt werden, unter Einhaltung der Verhaltensmaßnahmen bei Stufe I.

Gefahrenstufe III - akute Lawinengefahr

Sämtliche Bereiche sind gesperrt, mit Ausnahme von Unfall und Krankentransporten (wenn möglich mit Hubschrauber!).

Eine wichtige vorbeugende Maßnahme ist das Deponieren von Rettungsmitteln wie Sonden, Schneeschaufeln, Decken, Fackeln und VS-Geräten an leicht zugänglichen Stellen.

Durchführung der Arbeiten eines Lawinenwarndienstes:

Grundlagen für die Beurteilung der Gefahrensituation sind die Untersuchung der Schneedecke in den Einzugsgebieten (Schneeprofil, Rammprofil, Norwegermethode, Rutschkeil), die Beobachtung des Schneepegels und die Kenntnis der Werte der Wetterstation Kölnbreinsperre (Neuschneehöhe, Lufttemperatur, Windstärke, Windrichtung, Luftfeuchtigkeit, Schneetemperatur).

Täglicher Ablauf:

Die aus der örtlichen Beobachtung und Messung gewonnenen Daten werden täglich von Lawinenexperten beurteilt und daraufhin die Gefahrenstufen festgelegt.

Lawinendienst Arbeitsgemeinschaft Sanierung- Kölnbreinsperre - Zirknitzer:

16.05.1991

um 14.00 setzte leichter Schneefall bei einer Lufttemperatur von -9° und NW Wind (bis 20 km/h) ein;

bis 22.00 fielen 30 cm Neuschnee; darauf folgten die Anordnungen zur Durchführung der Gefahrenstufe I. Außerdem wurden Schneeräumkomandos für die Freihaltung der Zufahrtsstraßen zusammengestellt (Radlader und Begleitfahrzeug).

17.05.

3.05 Verkehr und Schneeräumung werden wegen zunehmender Lawinengefahr eingestellt. Der Abgang kleiner Lockerschneelawinen, stürmischer Wind und extreme Schneeverfrachtung führen zur In-Kraftsetzung der Gefahrenstufe II.

6.00 Die Lawinenkommission trifft aufgrund der herrschenden Großwetterlage die Entscheidung, daß die Arbeiten auf den Baustellen einzustellen sind und die Beschäftigten den Bereich zu verlassen haben;

Um 9.00 Uhr wird die Talfahrt angetreten.

21.05.

Nach dem Abgang großer Schneebrettlawinen in den Bereichen Grasleitn, Gamsleitn, Mitterkar, sowie nach Lawinensprengungen im Bereich Langkar, welche mit Erfolg durchgeführt wurden, und Temperaturen um + 5°C wird mit den Schneeräumungsarbeiten begonnen.

23.05.

Anreise des Baupersonals.

Einige Eindrücke eines Lawinenexperten nach erfolgreichem, unfallfreiem Einsatz: Sowohl der Auftraggeber (Österr. Draukraftwerke), als auch die Baufirmen wollten das Projekt aus ökonomischen Gründen (hoher Personal- und Maschineneinsatz) rasch vollenden.

Dieser Umstand brachte die Lawinenkommission - verantwortlich für die Sicherheit! - unter großen Druck. "Eine Fehlprognose kann man sich nicht leisten."

Jeweils um 6.00 h mußte die Prognose für die einzelnen Baustellenbereiche und der Zufahrtsstraßen erstellt sein.

Besonders wichtig für die Prognose-Erstellung war es, möglichst viele Daten zu sammeln, Vergleichssituationen heranzuziehen und die amtlichen Lawinenwarndienste mit einzubeziehen.

Nach Neuschnee und Schneeverfrachtungen durch Windeinwirkung wurden Anbruchgebiete, die eine Bedrohung der Baustelle darstellten durch künstliche Auslösung entladen. Dabei wurde versucht die Sprengungen noch vor Setzung der Schneedecke durchzuführen. Damit wurde eine hohe Erfolgsquote erreicht und auch die Frühjahrsgrundlawinen, die sonst als gefährliches Geschiebe in Erscheinung treten, wurden damit möglichst klein gehalten.

Neben aller Gewissenheit bei der Erfüllung der Aufgaben, großer Sachkenntnis und zwanzig Stunden langen Arbeitstagen war auch das Glück auf der Seite der Lawinenkommission.

Anschrift des Verfassers:
Zirknitzer Peter
Berg- und Schiführer
Mitteldorf 6
A-9843 Großkirchheim

2 Beilagen

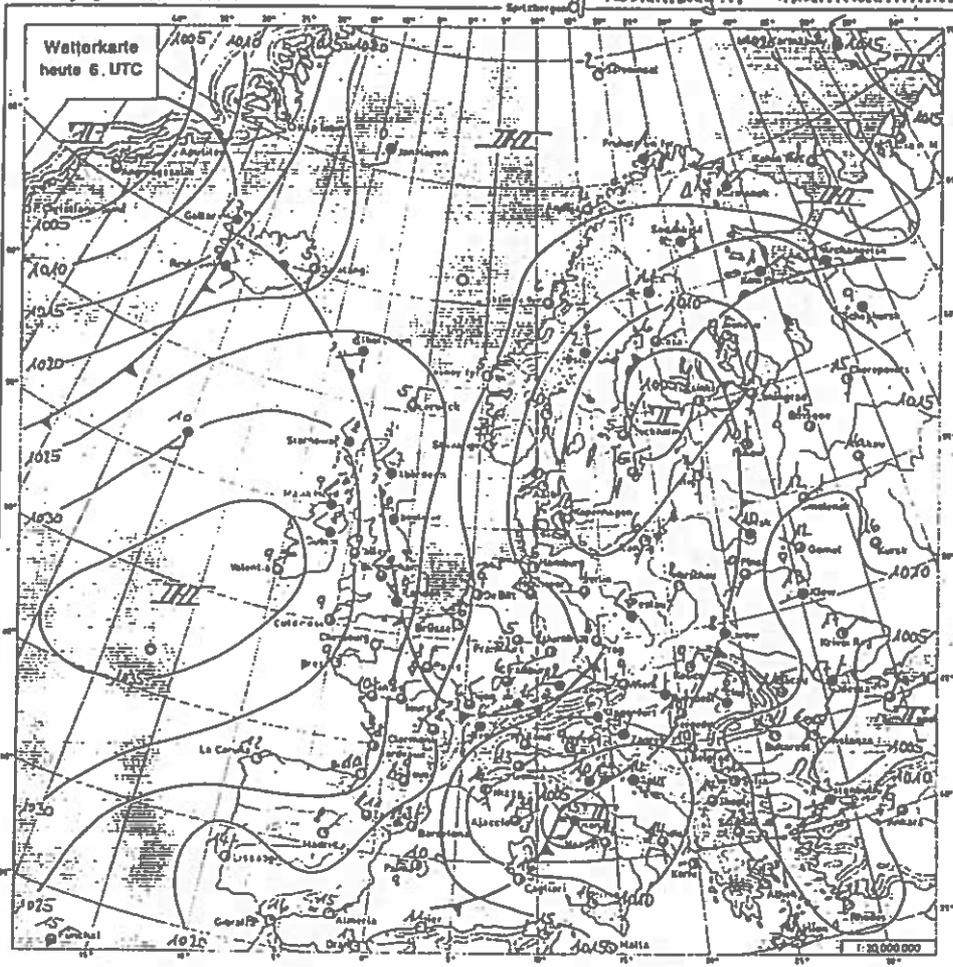
Beilage 1

Wetterbericht der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

ISSN 1012-6104

104. Jahrgang Nr. 156...

Donnerstag... 16. Mai... 1991



Wetterlage:

Die Zufuhr feuchtkalter Luft nach Mitteleuropa hält weiter an.

Wetteraussichten für Freitag, den 17. Mai 1991:

Allgemein bedeckt und verbreitet Regen, Schneefallgrenze am Morgen bei 700 und tagsüber bei 1100m. Lebhafter Wind aus Nord. Tageshöchsttemperaturen 7 bis 13 Grad.

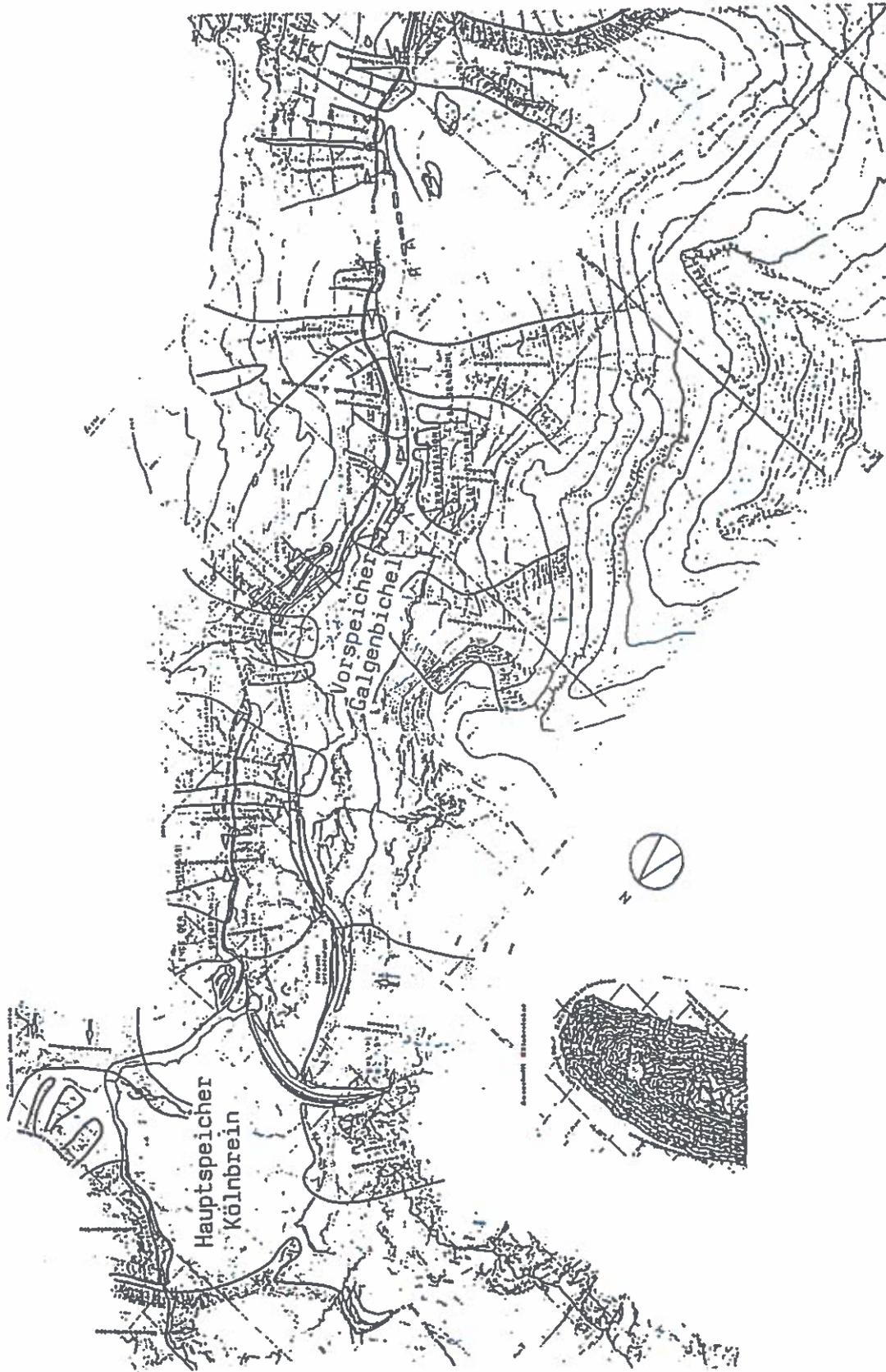
EM

Weitere Aussichten bis Dienstag, den 21. Mai 1991:

SAMSTAG: Im Südwesten Auflockerungen, sonst bei meist starker Bewölkung noch einige Niederschläge.
SONNTAG bis DIENSTAG: Langsame Wetterbesserung. Im Westen und Süden zunehmend sonnig, im Norden und Osten hingegen noch Durchzug von Wolkenfeldern. Beginnende Erwärmung.
Frühtemperaturen 2 bis 10, Tageshöchstwerte 7 bis 15, in den sonnigen Gebieten bis 20 Grad.

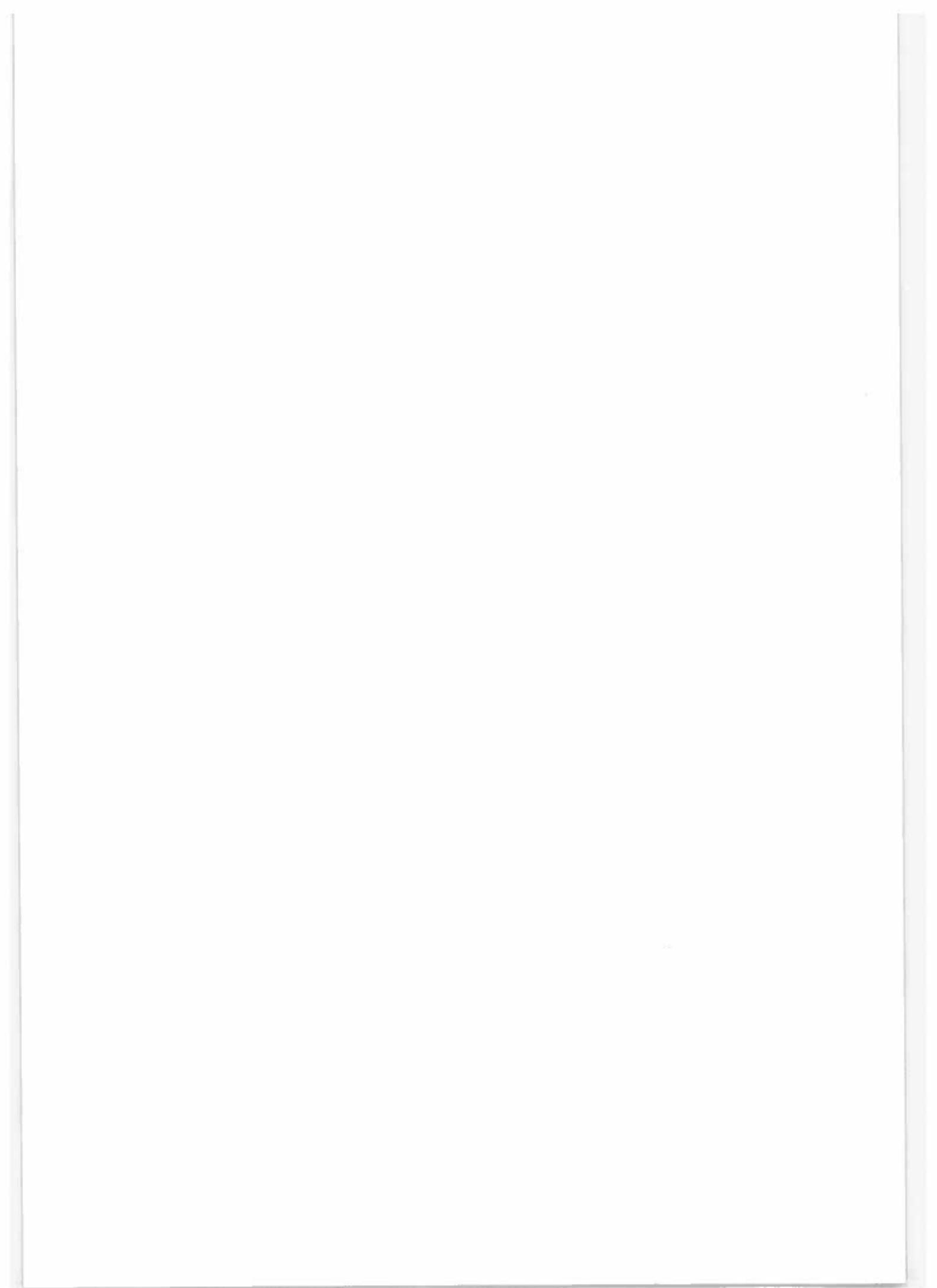
■

Beilage 2



Lawinenkartierung Inneres Maltatal
-auf der Zufahrtsstraße 20 weitere Lawinenzüge

A N H A N G



13. BUCHBESPRECHUNGEN

Peter Höller, Innsbruck

ARMSTRONG, B. R.; WILLIAMS, K.:

Avalanche Book, Fulcrum Publishing, Golden 1992

Das im Jahr 1986 erstmals erschienene Buch wurde nunmehr in einer Neuauflage herausgegeben und enthält aktuelle Informationen zu den Themen Lawinenunfälle, Überlebens-Statistiken, Lawinenschutz sowie temporäre Maßnahmen zur Verhinderung von Lawinen.

ASSOCIATION NATIONALE POUR L'ETUDE DE LA NEIGE ET DES AVALANCHES:

Proc. IKAR-Symposium, Chamonix 1991

Dieser Tagungsbericht enthält eine Zusammenstellung jener Referate, die bei dem im Juni 1991 abgehaltenen Symposium eingereicht wurden. Dabei reicht das Spektrum von der Lawinestatistik über die Lawinenforschung bis hin zu den temporären und permanenten Schutzmaßnahmen.

BAUER, H.:

Lawinen, Bergverlag Rother, München 1993

Das von A. Gayl verfaßte und in mehrfacher Auflage herausgebrachte Werk wurde nun von H. Bauer, dem Leiter des Kärntner Lawinenwarndienstes, überarbeitet und erscheint nunmehr in seiner 6. Auflage. Die übersichtliche Gliederung macht auch diesen Band der Alpenvereinslehrschriften zu einem wichtigen Nachschlagewerk für jeden Bergsteiger, insbesondere aber für alle Skitourengeher.

CENTRO SPERIMENTALE, AVALANGHE E DIFESA IDREOLOGICA:

Proc. CIV 1990, Arabba 1992

In dieser im Rahmen der Tagung "Lawinen und Raumplanung im Alpenen Bereich" herausgegebenen Publikation können sämtliche Referate der Veranstaltung nachgelesen werden. Angesprochen werden insbesondere die Themenbereiche Lawinenkartierung, La-

winendynamik, Planungsgrundlagen im Alpenen Raum sowie Lawinenschutz.

FLIRI, F.:

Der Schnee in Nord- und Ost Tirol 1895-1991. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck 1992.

In diesem 2-bändigen Werk gibt der Verfasser den einzigen Gesamtüberblick zu den Schneeverhältnissen Tirols im Zeitraum 1895-1991.

Die Darstellung erfolgte dabei derart, daß praktisch alle Schneeparamter (druchschnittliche Schneehöhe, Zeitpunkt der größten Schneehöhe, Dauer der Schneedecke, Summe der Neuschneehöhen,...) graphisch aufbereitet und textlich erläutert vorliegen.

LA CHAPELLE, E. R.:

Field Guide to snow crystals.

International Glaciological Society, Cambridge 1992

Das seit langem vergriffene Werk wurde 1992 von der I.G.S. herausgegeben und ist als Nachdruck wieder erhältlich. Insbesondere die hervorragenden Fotografien machen es dem Anwender einfach die wichtigsten Schneekristallformen sicher und rasch zu bestimmen.

NATIONAL RESEARCH INSTIUTE FOR EARTH, SCIENCE AND DISASTER PREVENTION:

Proc. Japan-U.S. Workshop on Snow Avalanche, Landslide, Debris Flow, Prediction and Control, Tsukuta 1992. Der Tagungsband vermittelt in einer Reihe interessanter Artikel neue Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aus Japan.

Amschrift des Verfassers:

Dipl.Ing. Peter Höller

Institut für Lawinenkunde

Rennweg 1 - Hofburg

A-6020 Innsbruck

FBVA-BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

- | | | | |
|------|---|---|-------|
| 1991 | 54 | Jeglitsch, Friedrich: Wildbachereignisse in Österreich 1980-1982.
Preis ÖS 80.-- | 78 S. |
| 1991 | 55 | Wiesinger, Rudolf; Rys, Johannes: Waldzustandsinventur: Untersuchung der Zuwachsverhältnisse an Wald- und Bestandesrändern.
Preis ÖS 60.-- | 60 S. |
| 1991 | 56 | Rachoy, Werner; Exner, Robert: Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen.
Preis ÖS 95.-- | 93 S. |
| 1991 | 57 | Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann: Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1989/90.
Preis ÖS 30.-- | 28 S. |
| 1991 | 58 | Stagl, Wolfgang; Hacker, Robert: Weiden als Prosshölzer zur Äsungsverbesserung.
Preis ÖS 60.-- | 56 S. |
| 1991 | 59 | Holzer, Kurt; Ohene-Coffie, F.; Schultze, Ulrich: Vegetative Vermehrung von Fichte für Hochlagenaufforstungen. Physiologische und phänologische Probleme der Anpassung.
Preis ÖS 75.-- | 73 S. |
| 1991 | 60 | Holzschuh, Carolus: 63 neue Bockkäfer aus Asien, vorwiegend aus China und Thailand (Coleoptera: Disteniidae und Cerambycidae).
Preis ÖS 140.-- | 71 S. |
| 1992 | 61 | Stagl, Wolfgang: Auswertung der "Trakte" zum Staatsvertrag "Vereinbarung zwischen Bund und dem Land Kärnten über gemeinsame Maßnahmen zur Sicherung eines ausgewogenen Verhältnisses von Wald und Wild".
Preis ÖS 105.-- | 62 S. |
| 1992 | 62 | Jeglitsch, Friedrich: Wildbachereignisse in Österreich 1983-1985.
Preis ÖS 75.-- | 72 S. |
| 1992 | 63 | Fürst, Alfred: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden - Beobachtungssystems. Ergebnisse 1989.
Preis ÖS 40.-- | 37 S. |
| 1992 | Sonderheft 1:
Dragovic, Nada; Lang, Erich: Terminologie für die Wildbachverbauung. Fachwörterbuch deutsch - serbokroatisch. Terminologija Uredjenja Bujicnih Tokova. Recnik Strucnih Termina Srpskohrvatsko - Nemacki.
Preis ÖS 50.-- | | 46 S. |

- 1992 64 Jeglitsch, Friedrich: Wildbachereignisse in Österreich 1986-1988.
Preis ÖS 95.-- 91 S.
- 1992 65 Nather, Johann (Hrsg.): Proceedings of the meeting of IUFRO - WP S2.02-21 on "Actual problems of the legislation of forest reproductive material and the need for harmonization of rules at an international level". Gmunden / Vienna - Austria, June 10. - 14. 1991.
Preis ÖS 200.-- 168 S.
- 1992 66 Jeglitsch, Friedrich: Wildbachereignisse in Österreich 1989.
Preis ÖS 60.-- 60 S.
- 1992 67 Ökosystemare Studien in einem inneralpinen Tal. Ergebnisse aus dem Projekt "Höhenprofil Zillertal".
Preis ÖS 180.-- 152 S.
- 1992 68 Luzian, Roland: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1987/88, 1988/89, 1989/90, 1990/91.
Preis ÖS 200.-- 188 S.
- 1992 69 Holzschuh, Carolus: 57 neue Bockkäfer aus Asien. Vorwiegend aus China, Thailand und Vietnam (Coleoptera, Cerambycidae).
Preis ÖS 120.-- 63 S.
- 1992 70 Ökosystemare Studien im Kalkalpin. Erste Ergebnisse aus dem Projekt "Höhenprofile Achenkirch".
Preis ÖS 100.-- 103 S.
- 1992 71 Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. Beiträge zum WBS-Seminar vom 23. April 1992.
Preis ÖS 115.-- 111 S.
- 1992 72 Voshmgir, D. (Bearb.). Das Schrifttum der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. Teil IV: 1974 bis 1990.
Preis ÖS 80.-- 115 S.
- 1993 73 Müller, F. Auswahl und waldbauliche Behandlung von Gen-Erhaltungswäldern.
Preis ÖS 25.-- 24 S.
- 1993 74 Lawinenbericht 1991/1992. Dokumentation und Fachbeiträge.
Preis ÖS 80.-- 110 S.