

# Gefahrenpotential und Schutzmaßnahmen Untersuchung eines lawinengefährdeten Wintersportortes

Von *Robert Exner*

Die Diskussion um die Gefährdung von Menschenleben durch Lawinen ist durch die Prognose der Auswirkungen neuartiger Waldschäden aktualisiert worden. Am Beispiel des Wintersportortes Gargellen/Vorarlberg werden einerseits die Lawinengefährdung, andererseits die Maßnahmen zum Schutz der Einwohner und Gäste untersucht.

Anhand der Gesichtspunkte erwiesene und potentielle Gefahr wird sowohl die aktuelle Gefährdung des Ortes als auch die zukünftige Entwicklung des Gefahrenrahmens dargestellt. Im wesentlichen basiert die Gefahrenermittlung auf einer detaillierten Schutzwaldanalyse. Sie macht deutlich, daß der schlechte waldbauliche Zustand des Untersuchungsgebietes die Schutzbefähigung des subalpinen Fichtenwaldes schon zum jetzigen Zeitpunkt erheblich einschränkt. Eine negative Entwicklung und damit

ein Ansteigen der Lawinengefahr muß befürchtet werden, wenn die ursächlichen Wirkungsfaktoren keine entscheidende Verbesserung erfahren.

Die status-quo-angepaßten Schutzmaßnahmen sind überwiegend als befriedigend zu bewerten. Mängel lassen sich jedoch vor allem in der Umsetzung raumplanerischer Maßnahmen des permanenten Lawinenschutzes aufzeigen; nachträgliche Verbesserungen können hier nicht erwartet werden.

Ersichtlich wird die Dringlichkeit forstlicher Eingriffe, um die Effektivität der Prävention nicht zu unterlaufen und die zukünftige Sicherheit des Ortes nicht in Frage zu stellen.

Die abschließende Diskussion zeigt, daß der Tourismus zum einen Verstärker zum anderen Opfer des Gefahrentrends ist.

## 1 Einleitung

Die Gefährdung von Menschenleben und Siedlungsraum durch Elementarereignisse in den Alpen – schon lange Gegenstand wissenschaftlicher Arbeit – wird zunehmend auch in der breiten Öffentlichkeit diskutiert. Das besondere Augenmerk zahlreicher Fach-Publikationen der jüngsten Zeit ist dabei auf Zusammenhänge zwischen „neuartigen Waldschäden“ und zukünftiger Gefahrenzunahme gerichtet (s. dazu AMMER et al. 1985; ZENKE 1985; CIPRA 1988 u.a.m.). EGGER (1989) und SUDA (1989) erweitern diesen Ursachen-Wirkungs-Komplex, indem sie den Tourismus sowohl als Verstärker als auch als Opfer einer veränderten Gefahrensituation in ihre Diskussion miteinbeziehen.

Gesteigerte Raumbeanspruchung durch prosperierenden Tourismus sowie Siedlungsexpansion auf der einen Seite und potentielle Gefahrenzunahme auf der anderen sind Ausgangspunkte eines Konflikts, der in Wintersportorten verstärkt auftritt. Vielerorts hat der deutliche touristische Aufschwung zur Erschließung

von lawinengefährdeten Flächen geführt und somit einen erhöhten Schutz der Einheimischen und Gäste vor Lawinen notwendig gemacht.

Beide Aspekte – Gefährdung und Schutz – werden am Beispiel des kleinen, traditionsreichen Wintersportortes Gargellen/Vorarlberg (s. Abb. 1 und Karte „Übersicht“) untersucht. Die Darstellung bleibt nicht allein auf das aktuelle Gefahrenpotential beschränkt, sondern versucht auch, mögliche Entwicklungstendenzen der Lawinengefährdung und deren Ursachen aufzuzeigen. Vor diesem Hintergrund werden die Maßnahmen zum Lawinenschutz erläutert.

Wesentliches Gewicht bei der Erörterung des naturraumbezogenen Gefahrenaspekts kommt der detaillierten Schutzwaldanalyse mit dem Ziel der Schutzwahrscheinlichkeitsquantifizierung zu.

## 2 Gefahrenpotential

### 2.1 Erwiesene Gefahr

Sichere Nachweise gegebener Gefährdung sind **Lawinenchroniken**. Für Gargellen liegen genauere Berichte über Lawinenereignisse seit etwa 1880 vor, seitdem das ehemalige Maiensäß ganzjährig bewohnt ist. Daß die Siedlung auch in früherer Zeit lawinengefährdet war, belegen Berichte über Extremlawinen, deren Schneemassen den Talweg bis weit in den Sommer versperrt haben sollen (s. ZUKIRCHEN 1988, S. 115).

Die chronologische Übersicht über Lawinenabgänge und dabei aufgetretene Schäden (s. Tab. 1) zeigt eine deutliche Häufung im Winter 1951, der als Katastrophenwinter mit großen Personenverlusten und Sachschäden im gesamten Alpenraum in Erinnerung ist (s. FRASER 1968, S. 232). In Gargellen waren in sämtlichen Lawinenzügen Abgänge mit Gebäudeschäden zu verzeichnen. Diese weist die Lokalchronik auch für die allgemein lawinenreichen Winter 1935 und 1954 aus; bei den Lawinenabgängen 1935 kamen fünf Menschen ums Leben (WVL 1976).

In jüngerer Zeit sind im direkten Ortsbereich nur wenige Lawinenereignisse registriert worden. Die Abgänge der Täschlerlawine (1974) und der Kälberhaldenlawine (1985) (s. Karte „Gefahrenzonenplan“) richteten keine größeren Schäden an (WVL 1990).



Abb. 1: Lage des Arbeitsgebietes

Lawine: <sup>1</sup>	Jahr	Schäden <sup>2</sup>	
		Gebäude	Personen
Alptobel (1):	1870	1 Haus (b)	
	1892	1 Haus (b)	
	1896	1 Haus (z),	
		1 Stall (z)	
	1912	1 Haus (z)	
	1917		
	1923		
	1935	2 Häuser (b), 2 Häuser (z)	5 getötet
	1951		
	1954		
Kälberhalden(3):	1985		
Röbitobel (4):	1951		
	1969		
Rongtobel (6):	1870		1 getötet
	1923		
	1935		
	1951		
	1962		
Schmalzberg (8):	1896		
	1935		
	1951	1 Haus (b), 1 Stall (z)	
Schwefeltobel(9):	1896	Brücke (b)	
	1935	Brücke (b)	
	1951	Brücke (b)	
Täscherslawine (10):	1814		
	1899		
	1917		
	1951	1 Haus (b)	
	1970		
	1974	1 Skilift (b)	

Tabelle 1: „Lawinenchronik“ Lawinenabgänge und Schäden (WVL 1976, 1990)

<sup>1</sup> Zahlen in Klammern entsprechen Legende Karte „Gefahrenzonenplan“

<sup>2</sup> (b): Gebäude beschädigt; (z): Gebäude zerstört

Auf der Auswertung von Chroniken sowie der Befragung von Zeitzeugen basiert die Erstellung von **Gefahrenzonenplänen**. Sogenannte „Stumme Zeugen“ (Steine, Holzreste, Bodenschurf u.a.) geben Aufschluß

über Lawinenablagerungsgebiete. Lawinenbahnen lassen sich anhand von Geländemerkmale rekonstruieren (FREY 1977, S. 167).

Das Gefahrenzonenplankonzept für Gargellen (s. Karte „Gefahrenzonenplan“) – 1976 von der Wiedbach- und Lawinenverbauung (WLV) Gebietsbauleitung Montafon der Sektion Vorarlberg erstellt – weist folgende Zonen mit erläuterenden Hinweisen aus:

#### „Rote Zone:

Bedeutung: Hier herrscht große Gefahr. Bei ortsüblicher Bauweise ist mit der Zerstörung von Gebäude oder Gebäudeteilen zu rechnen. Auch innerhalb der Gebäude besteht für Personen Lebensgefahr. Dieser Zone werden auch jene Flächen zugerechnet, auf denen durch kleinere, jedoch häufig wiederkehrende Ereignisse Lebensgefahr auch außerhalb von Gebäuden eintritt. Davon ausgenommen sind, in Abhängigkeit von Schneehöhe und Geländebeschaffenheit, Schneerutsche.

#### Gelbe Zone:

Bedeutung: Hier herrscht geringere Gefahr unterschiedlichen Ausmaßes. Die Beschädigung von Objekten ist möglich; Gebäudezerstörungen sind jedoch nicht zu erwarten, wenn bestimmte Auflagen beachtet werden. Gefahr für Personen ist in solchen Gebäuden unwahrscheinlich, sonst aber – allerdings mit geringer Häufigkeit – möglich. Der Grad der Gefährdung sinkt mit zunehmender Entfernung von der Roten Zone bis zur Belästigung oder Wertminderung ab.

#### Grüne Zone:

Bedeutung: Hier sind nach menschlichem Ermessen keine Schäden zu erwarten, oder sie sind so gering, daß Vorkehrungen nicht erforderlich sind. Bei entsprechender Vorsicht und Aufmerksamkeit ist eine Gefährdung von Personen nicht zu erwarten.“ (WLV 1976, S. 4)

In Anlehnung an die von AULITZKY dargelegten Gedanken zum „Netto-Siedlungsraum“ (AULITZKY 1968 in AULITZKY 1973, S. 104) kann nur 7% der Gesamtfläche Gargellens als gefahrenfreie Grüne Zone deklariert werden; 64% sind der Roten und der Gelben Zone zuzuordnen; die sonstigen, nicht weiter differenzierten Flächen sind durch Gletschnee beeinträchtigt bzw. durch Wildbäche bedroht.

Die größte Gefahr für Gargellen geht von der Alptobellawine aus, sie kann als Großereignis bis zur gegenüberliegenden Talseite vorstoßen. Bedeutend sind auch Kälberhalden-, Schaflieger- und Schmalzberglawine, ihre lateralen Auslaufbereiche decken nahezu die gesamte orographisch rechte Seite im Ortsbereich ab.

## 2.2 Potentielle Gefahr

### – Lawinenanriß – Disposition

Die Analyse potentieller Lawinengefahr basiert auf der Untersuchung lawinenrelevanter Geländefaktoren. Entsprechend der von GRUNDER (1984, S. 184 ff) vorgestellten Methode läßt sich die Lawinenanriß-Disposition, d.h. die „Veranlagung oder Bereitschaft“ eines Geländes für Lawinenanrisse, aus den Wechselwirkungen der Faktoren Hangneigung, Bewaldungsanteil und Exposition ableiten. Aufgrund weniger Parameter kann so schnell ein Überblick über potentielle Lawinenanrißflächen im weiträumigen Arbeitsgebiet gewonnen werden.

Die Darstellung der Dispositionsstufen (s. Karte „Lawinenanriß – Disposition“) bestätigt zum einen die bereits bekannten Lawineneinzugsgebiete als hoch

bis sehr hoch disponiert (Schafberg, Schmalzberg), zum anderen wird deutlich, in welchen Bereichen dem subalpinen Fichtenwald als Lawinenschutz besondere Bedeutung zugemessen werden muß. Dies gilt für den Täscher E-Hang, im stärkeren Maße jedoch für den gesamten Waldsaum am Schmalzberg auf der orographisch rechten Seite.

Da das von GRUNDER vorgeschlagene Kriterium Bewaldungsanteil keineswegs ausreicht, um die Schutzbefähigung des Waldes vor Lawinen befriedigend beurteilen zu können, wurde am Schmalzberg exemplarisch eine detaillierte Schutzwaldanalyse durchgeführt.

### – Schutzbefähigung des Waldes

In Anlehnung an die von GUNDERMANN (in BICHELMAIER u. GUNDERMANN 1974) erarbeitete Methode zur Quantifizierung der Schutzfunktionen von Bergwäldern, sind die lawinenschutzrelevanten Bestockungskriterien *Kronenschlußgrad*, *Bestockung*, *Bestandesschichtung*, *Baumartenmischung* sowie *abiotische Schäden* auf 16 Stichprobekreisen mit je 500 m<sup>2</sup> Grundfläche erhoben worden. Darüber hinaus wurden zahlreiche allgemeine Standort- und Bestandesdaten erfaßt (s. Tab. 2 und 3).

Probeflächen Nr.	Meereshöhe (m.ü.NN)	Neigung (in °)	Exposition	Bedeckbarer Boden (in %)	Bedeckung (in %)	Vegetationstyp	Bodenrauigkeit			Geländeform		
							glatt	angerauht	rauh	Hang	Mulde	Rippe
1	1460	27	W	80	80	Krautges.			*	*		
2	1470	34	W	98	25	Moose	*			*		
3	1470	26	WNW	85	85	Krautges.		*		*		
4	1500	29	WNW	90	60	Krautges.		*		*		
5	1520	28	NW	90	90	Krautges.		*		*		
6	1580	38	W	95	50	blumenr. Grasges.		*				*
7	1580	42	W	70	65	blumenr. Grasges.			*	*		
8	1590	39	WNW	70	50	schmalh. Grasges.			*	*		
9	1560	39	WNW	90	70	Krautges.		*		*		
10	1700	42	W	95	45	breith. Grasges.		*		*		
11	1680	40	WNW	80	70	Krautges.			*	*		
12	1650	38	W	98	80	breith. Grasges.	*			*		
13	1630	38	WNW	90	90	schmalh. Grasges.		*		*		
14	1640	40	WNW	95	50	Krautges.		*		*		
15	1640	40	NW	85	80	breith. Grasges.		*		*		
16	1820	36	W	100	90	breith. Grasges.	*			*		
Durchschnitt		36		83	68		3	9	4	15	0	1

Legende: Krautges. = Krautgesellschaft  
 blumenr. Grasges. = blumenreiche Grasgesellschaft  
 schmalh. Grasges. = schmalhalmige Grasgesellschaft  
 breith. Grasges. = breithalmige Grasgesellschaft

Tabelle 2: Standortdaten der Probeflächen im Untersuchungsgebiet Schmalzberg

Probeflächen Nr.	Baumart (in %)	Bestandeshöhe (in m)	Schichtung			Kronenschluß (in %)			Bestandesdichte (in Stämme/ha)	Lückengröße (in m <sup>2</sup> )	
			cin-	zwei-	mchr-	< 25	25-50	50-75			> 75
1	Fi 100	25	*					*		340	200
2	Fi 100	15-20	*						*	560	50
3	Fi 100	25	*						*	460	50
4	Fi 100	25		*					*	560	50
5	Fi 100	25-30	*					*		480	150
6	Fi 100	20-25		*				*		200	200
7	Fi 100	20-25		*			*			240	200
8	Fi 100	20-25	*				*			160	250
9	Fi 100	20-25	*					*		340	150
10	Fi 100	20-25			*			*		280	150
11	Fi 100	20	*				*			240	250
12	Fi 100	25	*				*			200	200
13	Fi 100	25-30	*				*			200	250
14	Fi 100	25	*					*		320	150
15	Fi 100	25-30	*					*		240	150
16	Fi 100	10-15-20			*		*			740	200
Durchschnitt	Fi 100	25	11	3	2	0	6	7	3	348	167

Tabelle 3: Bestandesdaten der Probeflächen im Untersuchungsgebiet Schmalzberg

Das 71 ha große Untersuchungsgebiet (s. Foto 1 und 2) liegt zwischen 1400 m und 1900 m ü. NN. Es ist W bis WNW exponiert und weist eine mittlere Hangneigung von 37° auf. 72% der Fläche sind bewaldet (Orthophoto 1:10.000 BUNDESAMT F. EICH- U. VERMESSUNGSWESEN 1984; Blatt 1221-103).

Die natürlichen Fichtenreinbestände am Schmalzberg sind dem subassoziationsreichen *Homogyno-Piceetum* (subalpiner Silikat-Alpenlattich-Fichtenwald MAYER 1974, S. 46) zuzuordnen. Kleinflächige standörtliche Differenzierungen spiegeln Arten der Krautschicht wie *Blechnum spicant* (L.) ROTH (Rippenfarn), *Vaccinium myrtillus* L. (Heidelbeere), *Oxalis acetosella* L. (Sauerklee) sowie andere Farne und Hochstauden wider. *Luzula spec.* und *Calamagrostis spec.* sind häufig in vergrasteten Bestandeslücken zu finden.

Trotz der erosiven Freilegung penninischer Kalkgesteine am unteren Hang – innerhalb des kristallinen Rahmens – („Geologisch-tektonisches Fenster von Gargellen“) sind keine karbonattypischen Assoziationen ausgebildet. Silikatisches Steinschlag- und Murgangmaterial, aus den oberen, aus Silvrettkristallin aufgebauten Hangpartien (s. Foto 3), bedeckt weitreichend die Schmalzberg W-Flanke und führt zur Ab-

schwächung karbonatischer Einflüsse der talbodennahen Sulzfluhkalke (BERTLE 1973).

#### Berechnung der Schutzwahrscheinlichkeit

Zur Berechnung der Schutzbefähigung des Bergwaldes vor Lawinen – ausgedrückt als der mittlere Schutzwahrscheinlichkeitsgrad (mSW) – werden die erhobenen Bestockungskriterien gewichtet. Entsprechend ihrer Schutzrelevanz erhalten sie folgende *generelle Gewichte* (s. Tab. 4).

Bestockungskriterien	generelle Gewichte	Bedeutung
Kronenschluß	5	außerordentlich bedeutend
Bestockung	5	außerordentlich bedeutend
Bestandes-schichtung	3	bedeutend
Mischung	3	bedeutend
Schäden	4	von erheblicher Bedeutung

Tabelle 4: Generelle Gewichte der lawinenschutzrelevanten Bestockungskriterien von Bergwäldern (nach GUNDERMANN 1974, verändert)

Die bestandesindividuelle Ausprägung der Kenngrößen quantifizieren *spezielle Gewichte* (s. Tab. 5).

Kronenschlußgrad	spezielles Gewicht
75 - 100 %	0,8
50 - 75 %	0,6
25 - 50 %	0,4
0 - 25 %	0,2

Bestockungsgrad	spezielles Gewicht
> 500 Stämme/ha	0,9
200 - 500 Stämme/ha	0,5
< 200 Stämme/ha	0,1

Schichtung	spezielles Gewicht
stufig	0,9
zweischichtig	0,7
einschichtig	0,5

Mischung	spezielles Gewicht
2 Baumarten und mehr	0,9
1 Baumart	0,7

Schäden	spezielles Gewicht
< 20 %	0,9
20 - 40 %	0,7
40 - 60 %	0,5
60 - 80 %	0,3
> 80 %	0,1

Tabelle 5: Spezielle Gewichte der lawinenschutzrelevanten Bestockungskriterien von Bergwäldern (nach GUNDERMANN 1974, verändert)

Auswahl und Gewichtung der Kenngrößen weichen von den Vorschlägen GUNDERMANNs ab, da seine Vorgaben auf Schutzwirkungen des Waldes vor Massenverlagerungen allgemein und nicht auf Lawinen speziell bezogen sind.

Der mSW-Wert wird als gewichtetes Mittel berechnet nach:

$$x_w = \sum w_i x_i / \sum w_i \quad x_w = \text{mSW}$$

$w_i$  = generelle Gewichte  
 $x_i$  = spezielle Gewichte.

Die Interpretation der ermittelten mSW-Werte basiert auf der Vorgabe, daß mit Annäherung der Werte an 1 eine maximale Erfüllung der Schutzfunktionen zu erwarten ist. Da Wälder aber keinen 100%igen Schutz vor Lawinen bieten können, wird rechnerisch

1 nie erreicht. Eine Näherung an 0 bedeutet einen zunehmenden Schutzverlust und damit gleichzeitig einen Anstieg der Auftretswahrscheinlichkeit von Lawinen. Beim Schwellenwert von 0,5 sind Schutzwahrscheinlichkeit und Wahrscheinlichkeit eines Lawinenabgangs in gleicher Weise gegeben. Diese Überlegungen setzen voraus, daß Hangneigung und Exposition im Gebiet lawinenbegünstigend sind. Der Nachweis dafür ist durch die Ermittlung der Dispositionsstufen erbracht worden.

Für das Untersuchungsgebiet ergibt sich ein durchschnittlicher mSW-Wert von 0,57 (s. Tab. 6). Minimalwerte werden auf Probestflächen mit geringer Bestockung bzw. großen Schäden, vor allem Steinschlag, (Probestfläche Nr. 5, 7, 8 u. 13) erkennbar (s. Foto 4 und 5); demgegenüber weisen gut bestockte Probestkreise (Nr. 2 u. 16) Maxima von 0,75 auf (s. Foto 6).

Der Durchschnittswert von 0,57 macht deutlich, daß ein aktueller Lawinenschutz durch den Wald am Schmalzberg besteht, die Näherung an den kritischen Schwellenwert weist jedoch auf die Einschränkung der Schutzfunktionen hin.

Probestflächen Nr.	Kronenschluß	Bestockung	Schichtung	Mischung	Schäden	mSW
1	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,56
2	0,8	0,9	0,5	0,7	0,7	0,75
3	0,8	0,5	0,5	0,7	0,7	0,65
4	0,8	0,9	0,7	0,7	0,5	0,74
5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,1	0,48
6	0,6	0,5	0,7	0,7	0,7	0,63
7	0,4	0,5	0,7	0,7	0,1	0,46
8	0,4	0,1	0,5	0,7	0,5	0,41
9	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,56
10	0,6	0,5	0,9	0,7	0,7	0,66
11	0,4	0,5	0,5	0,7	0,3	0,47
12	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,55
13	0,4	0,5	0,5	0,7	0,1	0,43
14	0,6	0,6	0,5	0,7	0,3	0,52
15	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,56
16	0,4	0,9	0,9	0,7	0,9	0,75
Durchschnitt	0,6	0,5	0,6	0,7	0,5	0,57

Tabelle 6: Bestandesindividuelle Verteilung der speziellen Gewichte, bezogen auf die Probestflächen und deren mSW-Werte

### Entwicklungsphasen

Bestätigt wird dieses Ergebnis durch die Kartierung der **Entwicklungsphasen** (s. Karte „Entwicklungsphasen“).

MAYER (1976, S. 83) hat in subalpinen Hochlagenfichtenwäldern anhand der Strukturmerkmale Entwicklungsstufe, Individuenreichtum, Schichtung,

Beschirmung, Vitalität, Mortalität, Zuwachsprozent und Entwicklungsdynamik folgende Entwicklungsphasen unterschieden: Jungwuchs-, Initial-, Optimal-, Terminal- und Zerfallsphase.

Die vom STAND MONTAFON 1989 erstellte Kartierung ermöglicht u.a. Aussagen zur Schutzbefähigung des Gesamtbestandes und stellt damit eine wichtige Ergänzung der stichprobenbezogenen Untersuchung dar.

Anhand der Karte wird ersichtlich, daß in Talbodennähe Initial- und Optimalphase vorherrschen; vereinzelt sind Optimal- und Terminalphase mosaikartig verzahnt. Oberhalb 1550 m ü. NN zeigt sich die deutliche Dominanz der Terminalphase. Eine an der Waldgrenze zwischen 1750 m und 1850 m ü. NN befindliche Bestandesfläche ist als Initialphase zu charakterisieren, Verjüngungsflächen reichen, vom Hochwald ausgehend, in einige Lawinenschneisen hinein (s. Foto 2). Sie dokumentieren damit das mehrjährige Ausbleiben größerer Lawinen.

Die Berechnung der Flächenanteile einzelner Phasen an der Gesamtwaldfläche von 51 ha zeigt, daß Jungwuchs auf 4% beschränkt ist. 12% der Fläche machen Initialphasen aus, Optimalphasen haben einen Anteil von 17%. Auf 14% der Flächen sind Optimal- und Terminalphasen im kleinräumigen Wechsel zu erkennen, reine Terminalphasen bis hin zur späten Terminalphase sind für 53% des Bestandes kennzeichnend.

Folgt man dem von FIEBIGER (1978, S. 9) dargestellten Modell, das Wald und Lawinen als dynamisches System zusammenfaßt, wird deutlich, daß 67% (Optimal-/Terminalphase und Terminalphase) des Bestandes Strukturen aufweisen, die Initial- und fortgeschrittene Initialstadien der Lawinenbildung erwarten lassen. Mögliche Lawinenabgänge aus den Hochlagen würden eine Gefährdung der darunter liegenden, besser aufgebauten Waldbereiche bedeuten.

Neben den natürlichen Standortbedingungen, die mit zunehmender Höhe zu Bestandesauflichtungen und erschwelter Verjüngung führen (MAYER 1976, S. 207) und damit schutzkritische Verhältnisse begünstigen, ist die Phasenverteilung im wesentlichen auf unterschiedlich intensive Waldbewirtschaftung zurückzuführen.

Mangelnde Bewirtschaftung hat auf den schwerzugänglichen Hochlagenstandorten zu Überalterung und Stabilitätsverlusten der Bestände beigetragen, während in Siedlungsnähe eine intensivere Wirtschaftsweise zum Erhalt günstigerer Strukturen geführt hat. Verjüngungsflächen, zur Sicherung der Nachhaltigkeit, sind aber auch hier, trotz ausreichender Bestandeslücken, selten.

Fehlende Erschließung und damit einhergehende erschwerte Bringung sowie vielfältige sozio-ökonomische Probleme kommen als wesentliche Hemmnisse einer angemessenen Bewirtschaftung in Betracht (STAND MONTAFON 1987, S. 74). Eine Situation, die ähnlich auch für andere Teile der Alpen dokumentiert ist (EGGER 1989, S. 19).

### **Verjüngung, Wildverbiß und Waldweide**

Für die zukünftige Entwicklung der Schutzbefähigung ist vor allem die Verjüngungssituation von Bedeutung. Am Schmalzberg, dessen Wald Bannwaldcharakter im Sinne des § 27 Österr. Forstgesetz 1975 hat, ist die natürliche Verjüngung (s. Foto 7) durch Waldweide und Wildverbiß stark beeinträchtigt. Einstand des Gamswildes und Verbißschäden durch Rotwildüberhang sind für den Ausfall etlicher Jungwuchsjahrgänge verantwortlich (BEZIRKS-FORSTBEHÖRDE BLUDENZ 1989).

Zwar wird die Bejagung des Schalenwildes durch die Möglichkeit des Wechsels in Schweizer Reviere erschwert, allgemein bekannt ist aber die Tatsache, daß vorgegebene Abschlußpläne oftmals nur unzureichend erfüllt worden sind. Im Montafon – zu dem die Jagdgebiete Gargellens gehören – wurden im Zeitraum 1982 bis 1986 nur 76% der vorgeschriebenen Rotwildstückzahlen erlegt (STAND MONTAFON 1987, S. 36).

Regenerationshemmend wirkt auch die Beweidung. Sowohl die Waldparzellen als auch die Liegenschaften innerhalb der Lawinenschneisen sind durch Weideservitute belastet.

### **Neuartige Waldschäden**

Immissionsbedingte neuartige Waldschäden lassen vor allem die hochgelegenen Altholzbestände erkennen (STAND MONTAFON 1987, 1989). Die

„Waldzustandskartierung Vorarlberg 1984/85“ (VORARLBERGER LANDESREGIERUNG 1985) kennzeichnet das Untersuchungsgebiet mit mittleren Vitalitätszahlen, also mit mittlerer Kronenverlichtung. Neben der Reduktion der aktuellen Lawinenschutzbefähigung, als Konsequenz verringerter Schneeeinterzeption, Blößenentstehung u.a.m., können nachhaltige Veränderungen der Folgevegetation und weitere Erschwernisse einer ohnehin gehemmten Verjüngung nicht ausgeschlossen werden (s. AMMER et al. 1985, S. 132; SUDA 1989, S. 31 ff).

Zusammenfassend ist die Bestandessituation hinsichtlich der Schutzleistung als kritisch zu beurteilen. Für die zukünftige Entwicklung sind Erhalt bzw. Verbesserung der Bestandesstabilität und der Regenerationsbedingungen von herausragender Bedeutung. Sie bedingen im wesentlichen das Maß der Schutzbefähigung.

### 3 Schutzmaßnahmen

In den bisherigen Ausführungen ist der „morphodynamische Prozeß“ der Naturgefahr, die Lawine, in den Vordergrund gestellt worden. Die Untersuchung der Schutzmaßnahmen stellt das „gefährdete Objekt“, Gargellen mit seinen Bewohnern, Gästen, Gebäuden und infrastrukturellen Einrichtungen, in den Mittelpunkt. In der Gefährdung des Ortes liegt seine Schutzbedürftigkeit begründet, hier findet sich die Überschneidung der beiden Themenkreise Gefahrenpotential und Schutzmaßnahmen.

Die Anfänge des Tourismus in Gargellen sind bis in das Jahr 1889 zurück zu verfolgen. Bereits um die Jahrhundertwende war der Ort wegen seines weitläufigen Tourengebietes und der Schneesicherheit bei Skifahrern bekannt. Deutlicher touristischer Aufschwung mit gesteigerten Nächtigungszahlen ist Kennzeichen der 60er und 70er Jahre. Heute (s. Foto 8) werden etwa 130.000 Nächtigungen im Jahr registriert, ca. 90.000 davon entfallen auf die Wintersaison (s. ZURRKIRCHEN 1988).

Eng verbunden mit der touristischen Entfaltung ist die Bevölkerungs- und Siedlungsentwicklung, sind doch mehr als 50% der bestehenden Gebäude Beherbergungsbetriebe oder werden anderweitig touristisch genutzt. Verstärkte Bautätigkeit und Siedlungsauswei-

tung ist für die 70er Jahre anzunehmen, 48% der Baulichkeiten stammen aus der Zeit nach 1971 (ÖSTZ 1989).

#### 3.1 Gefährdete Objekte

Die Übertragung der Gefahrenzonen auf die Karte der Siedlungsentwicklung (s. Karten „Gefahrenzonenplan“ und „Siedlungsentwicklung“) zeigt, daß zunehmend in gefährdete Bereiche hinein gebaut worden ist: Von den vor 1900 errichteten Gebäuden befinden sich 7% in der Roten und 14% in der Gelben Zone; von den nach 1945 erstellten Häusern stehen 24 bzw. 67% in diesen Zonen. Einerseits kann diese Entwicklung mit der geringen Verfügbarkeit gefahrenfreien Siedlungsraumes erklärt werden, andererseits fällt auf, daß innerhalb der Grünen Zone in den letzten Jahren keine Bauten errichtet worden sind. Für das wenig bebaute, lawinensichere Gelände des „Feriengutes Gargellen“, unterhalb des Schafbergs, sind besitzrechtliche Verhältnisse als wesentliche Hemmnisse weiterer Bebauung anzunehmen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß von den derzeit existierenden Baulichkeiten rund 18% in der Roten und 52% in der Gelben Zone stehen. Alle öffentlichen Gebäude und Einrichtungen, mit Ausnahme der Feuerwehr/Bergwacht sowie des Mehrzweckgebäudes mit Verkehrsbüro, Post und Bank, befinden sich ebenfalls in Gefahrenzonen. Von den infrastrukturellen Einrichtungen sind neben zahlreichen Straßen und Wegen sämtliche größeren öffentlichen Parkplätze lawinengefährdet.

#### 3.2 Lawinenschutz

Schutzmaßnahmen vor Lawinen u.a. Naturgefahren können passiv oder aktiv sein (ZOLLINGER 1987, S. 348), man versucht, Gefahrenzonen zu meiden bzw. die Entstehung von Lawinen zu verhindern. Die knappe Verfügbarkeit des „Netto-Siedlungsraumes“ in vielen Alpentälern erhöht die Notwendigkeit aktiver Strategien. Grundsätzlich lassen sich alle Maßnahmen dem **permanenten** oder dem **temporäreren** Lawinenschutz zuordnen.

##### – Permanenter Lawinenschutz

„Unter permanentem Lawinenschutz versteht man dauerhaft wirksame technische, forstliche und raum-

planerische Maßnahmen, sowie die Orientierung des interessierten und betroffenen Bevölkerungskreises über Schnee- und Lawinenkunde.“ (HANAUSEK u. HOPF 1988, S. 95)

### Technische Maßnahmen

In Gargellen ist als Reaktion auf den Abgang der Täscherlawine vom 20.12.1974 in den folgenden Jahren im Einzugsgebiet eine Anrißverbauung erstellt worden (s. Karte „Übersicht“). Bereits in den 50er Jahren war oberhalb des Hotels „Madrisa“ ein Auffangdamm errichtet worden, der 1989 verstärkt wurde.

Ein kleiner Teilbereich der Schmalzberglawine wurde 1970/71 durch Stützverbauung gesichert (s. Foto 3 und 9). Im Auslaufbereich schützt ein 1951 geschütteter, durch Trockenmauern verstärkter Lawinenleitdamm das Hotel „Heimspitze“ und die dahinter befindliche Dependance (s. Foto 8).

Vornehmlich dem Schutz der Mittelstation der Schafberglifts und des Skigebietes dient die Anrißverbauung im Einzugsbereich der Schwefeltobellawine.

Bereits 1958 wurden auf der orographisch linken Seite am unteren Alptobel Lawinenleitdämme zum Schutz des Ortszentrums errichtet (s. Foto 8) (alle Angaben WLW 1989).

### Forstliche Maßnahmen

In Kombination mit den Anrißverbauungen am Schmalzberg und Täscher wurden Hochlagenaufforstungen durchgeführt. Aufforstungsflächen zur Vermeidung von Gleitschnee und Schneeschlipfen finden sich in Siedlungsnähe am Schafberg und am Täscher (s. Foto 10). Am nördlichen Ortsausgang, oberhalb der sogenannten „Schwabensiedlung“, liegt eine 30 bis 50 Jahre alte Aufforstungsfläche.

### Raumplanerische Maßnahmen

Der **Gefahrenzonenplan** – bisher als Nachweis gegebener Gefahr angeführt – ist in erster Linie raumplanerisches Instrument der Gefahrenprävention. Mit der Festlegung der Gefahrenzonen als Richtlinien für die Flächenwidmung sind zugleich Hinweise für die Baubehörde verbunden:

#### „Rote Zone:

(...) In dieser Zone ist die Errichtung von Gebäuden zu verweigern.

#### Gelbe Zone:

(...) a) Besiedeltes Gebiet: Hier ist es erforderlich, einen Amtssachverständigen der Wildbach- und Lawinenverbauung anzufordern, der die nach den örtlichen Gegebenheiten notwendigen Bauauflagen vorschreibt. (...)

c) Objekte und Anlagen mit zur Zeit einer möglichen Gefährdung vorhandenen Menschenansammlung, die nicht kurzfristig räum- und sperrbar sind, dürfen jedoch keinesfalls in jenem Bereich der Gelben Zone liegen, wo Menschenleben außerhalb von Gebäuden gefährdet sind...“ (WLW 1976, S. 4 f)

Rückwirkend finden Hinweise und Vorschriften des Gefahrenzonenplans keine Anwendung, d.h. Gebäude in der Roten Zone müssen vor der Zonenfestlegung 1976 errichtet worden sein – schließt man illegale Bautätigkeit aus. Ausnahmen können dort gemacht werden, wo durch Verbauungsmaßnahmen die Lawinengefahr reduziert worden ist, eine Zurückverlegung der Gefahrenzonen bisher aber noch nicht ausgewiesen wurde. Baubewerber müssen in solchen Fällen Sondergutachten der WLW einholen.

Für das Gemeindegebiet von St. Gallenkirch, zu der die Fraktion Gargellen politisch-administrativ gehört, liegt ein **Katastrophenschutzplan** gemäß § 4 Vorarlberger Katastrophenhilfegesetz vor. Für den Fall eines drohenden oder erfolgten Lawinenabgangs ist ein spezieller Maßnahmenplan enthalten. Als besondere Gefahrenherde werden im Ortsbereich von Gargellen Alptobellawine und Schmalzberghänge ausgewiesen (GMD. ST. GALLENKIRCH 1987). Mit Anweisungen zur Organisation und Ausführung von Such- und Rettungsaktionen, Evakuierungen, Bergungen u.a.m. ist der Gesamtrahmen des Plans auf katastrophale Großereignisse abgestimmt. Angepaßt an Witterungsverhältnisse und Katastrophensituationen sind verschiedene Gefahrenstufen auszulösen.

#### – Temporärer Lawinenschutz

„Temporärer Lawinenschutz umfaßt jene Maßnahmen, die kurzfristig und abgestimmt auf Zeitpunkt, Ort und Ausmaß der Lawinengefahr eingesetzt werden. (...)“ (SCHIMPF 1988, S. 102)

Als beratende und beschließende Organe temporärer Maßnahmen (Sperrungen, Evakuierungen, künstliche

Lawinenauslösung u.a.m.) sind in Gargellen zwei **Lawinenkommissionen**, zum einen für das Skigebiet, zum anderen für die Gargellener Straße (B 192), eingerichtet.

Für den Bürgermeister, als dem für den gemeindlichen Lawinenschutz Verantwortlichen (s. RABOWSKY 1984), stellen die Gutachten der Kommissionen wesentliche Beurteilungshilfen dar; wichtig ist daher die Frage, welche Kriterien den Expertisen zugrunde liegen.

Im Skigebiet beruhen die Aussagen der vierköpfigen, ehrenamtlichen Kommission auf täglich, am Schafberg in 2100 m Höhe durchgeführte Erhebungen allgemeiner Schnee- und Klimadaten. Ergänzt durch Angaben benachbarter Stationen (Bieler Höhe, Silvretta Nova und Vermunt) werden so Erkenntnisse über drohende Gefahr und eventuell einzuleitende Maßnahmen gewonnen. Die erweiterte Datengrundlage macht eine Relativierung von Lokaleffekten möglich, so daß Aussagen über die Verhältnisse am Schafberg hinaus gemacht werden können. Einer räumlich häufig variierenden Lawinensituation wird dadurch gut Rechnung getragen.

Auf die Informationen aus dem Skigebiet greift die für die Gargellener Straße zuständige Kommission nur bedingt zurück; Beurteilungsgrundlagen sind hier Neuschneemessungen im Tal. Da sie die Verhältnisse in den hochgelegenen Lawineneinzugsgebieten nur in unzureichender Weise repräsentieren, sind persönliche Erfahrungen und Sachkenntnisse der Kommissionsmitglieder ausschlaggebend für die gutachterliche Beurteilung.

Die **künstliche Lawinenauslösung**, d.h. die Herbeiführung eines Lawinenabgangs zu einem vorbestimmten Zeitpunkt durch äußere Einwirkungen, nutzt einen labilen Zustand der Schneedecke. Meist werden Lawinenhänge durch Sprengung nach oder während starker Neuschneefälle entladen.

Grundvoraussetzung der Durchführung ist, daß die verursachte Lawine Menschenleben und unersetzbare Sachwerte nicht gefährdet (SCHIMPP 1988, S. 111). Ebenso muß eine Bedrohung und Zerstörung technischer Maßnahmen ausgeschlossen sein; oberhalb von Aufforstungen und natürlichen Wiederbewaldungsflächen dürfen Lawinen nicht ausgelöst werden.

Seit etwa 20 Jahren werden am Schafberg NE-Hang Bereiche des Einzugsgebietes der Alptobellawine durch manuell durchgeführte Sprengungen entladen. Die künstliche Lawinenauslösung dient zum einen der Sicherung der beliebten Täli-Abfahrt im Skigebiet, zum anderen dem Schutz der in der Roten Zone befindlichen Schafberg-Talstation.

Diese im Vergleich zur permanenten Verbauung kostengünstige Lösung wird von Vertretern der WLW kritisch beurteilt: Bei extremen Witterungsbedingungen mit starkem Neuschneezuwachs seien Erreichbarkeit und Sprengung des Hangs nicht gewährleistet; bei schlechten Sichtverhältnissen sei eine "Erfolgskontrolle" erschwert bis unmöglich; ebenso sei nicht zu kontrollieren, ob sich Personen im betroffenen Gebiet zum Zeitpunkt der Sprengung aufhielten; trotz großer Erfahrung sei nicht vorhersehbar, in welchem Maße Schneemassen abbrechen und wie weit sie ins Tal vordringen würden.

Für die Konzession der Schafberglifte ist diese Maßnahme jedoch grundlegend, sie gewährt die vom Gesetz vorgeschriebene Lawinensicherheit (s. Erlaß Zl. EB 6403/8-II und Zl. EB 6303/31-II/3-1975, S. 2 BfV).

### 3.3 Schutzkritische Aspekte

Für Gargellen sind einige allgemeine schutzkritische Aspekte zu nennen.

Der einzige Zufahrtsweg, die 9 km lange Gargellener Straße (B 192) zwischen dem Ort und St. Gallenkirch, ist an mehreren Stellen lawinengefährdet. In Wintern mit normalem Witterungsverlauf ist sie meist einige Tage gesperrt.

Die eigenständige Versorgung der Bevölkerung und Gäste mit Nahrungsmitteln, auch bei mehrtägiger Unpassierbarkeit der Straße, ist durch die Vorräte der örtlichen Restaurationsbetriebe weitgehend gesichert; lediglich Brot könnte knapp werden, da kein Bäcker am Ort ansässig ist.

Kritischer jedoch ist die ärztliche Betreuung zu beurteilen, der nächste Arzt befindet sich in St. Gallenkirch (9 km entfernt), das nächste Krankenhaus in Schruns (16 km entfernt). Zwar kann in dringenden Fällen der Hubschrauber des Innenministeriums angefordert werden, dieser ist jedoch in Hohenems (etwa 50 km Luftli-

nie entfernt) an einem bodennebelbeeinträchtigten Standort stationiert. Da für ganz Vorarlberg nur ein Hubschrauber der Regierung zur Verfügung steht, muß des öfteren eine Privatmaschine angefordert werden. Bei schlechter Sicht, starkem Schneefall und anderen ungünstigen Witterungsverhältnissen ist der Einsatz der Hubschrauber in Frage gestellt bis gänzlich unmöglich, d.h. bei lawinenbegünstigenden Bedingungen ist eine ausreichende medizinische Versorgung unter Umständen nicht gewährleistet.

Die touristische Entwicklung mit gestiegenen Gästezahlen und zusätzlichen Tagesgästen hat zur Verschärfung der Situation beigetragen: Es halten sich mehr Personen in lawinengefährdeten Bereichen auf; notfalls muß ein Vielfaches an Personen versorgt und medizinisch betreut werden. Neue Sachzwänge entstehen, indem unverschiebbare Abreisetermine geltend gemacht werden, und die Anreise neuer Gäste erwartet wird. Pendelnde Tagesgäste, die ebenfalls auf das Offenhalten der Straße drängen, müssen bei Lawinengefahr und Unpassierbarkeit im Ort untergebracht und versorgt werden.

Aus wirtschaftlichen Gründen sind Straßensperren häufig nicht erwünscht. Für die Mitglieder von Lawinenkommisionen, die oftmals als Skilehrer, Hotel- oder Pensionsbesitzer im Fremdenverkehr tätig sind, können sich daraus starke Interessenkonflikte ergeben.

Deutlich muß an dieser Stelle gesagt werden, daß Gargellen nicht als besonders gravierender Einzelfall gesehen werden darf. Die Untersuchung namhafter Wintersportorte durch die „Stiftung Warentest“ zeigt, daß viele der oben genannten Aspekte auch in anderen, weitaus größeren Skizentren zu finden sind. Häufig konnte die Lawinensicherheit dieser Orte ebenfalls nur als „zufriedenstellend“ beurteilt werden (test 1989).

#### 4 Diskussion und Ausblick

Eine Wertung der Schutzmaßnahmen kann nur subjektiv sein, da der anzulegende Maßstab, die Gefährdung, keine absolute Größe darstellt, sondern im starken Maße durch individuelle Bedenken geprägt ist.

Die Beurteilung der Effektivität der getroffenen Präventiv-Maßnahmen fällt schwer. Daß größere Schäden in den vergangenen Jahren nicht verzeichnet worden

sind, ist kein eindeutiger Beweis für einen wirksamen Lawinenschutz, ebenso kann das langjährige Ausbleiben von Großereignissen und Katastrophensituationen als Erklärung dafür angeführt werden. Keinesfalls ist dies jedoch mit einer Gefährdungsabnahme gleichzusetzen, sondern muß der zeitlich-räumlichen Variation des Elementarereignisses zugeschrieben werden.

Diese Variabilität im Schutzkonzept zu berücksichtigen, ist schwierig, da sich die zeitliche Komponente häufig dem Erfahrungszeitraum des Menschen entzieht. Dem Gefahrenzonenplan kommt daher größte Bedeutung zu, liegen seinen Berechnungsmodellen doch 150jährige Bemessungsereignisse zugrunde; damit werden seltene, bisher vielleicht nicht beobachtete Gefahrensituationen simuliert.

In Gargellen ist diese wesentliche Grundlage der Gefahrenprävention nur unzureichend umgesetzt worden. Zwangsläufig mußte eine vorsorgliche Raumordnung auf wenige Neubauten beschränkt bleiben, da die Siedlungsentwicklung zum Zeitpunkt der Konzeptionierung des Gefahrenzonenplans weitgehend abgeschlossen war.

Über die Schutzwirkungen der genannten Verbaumaßnahmen hinaus kann eine Verringerung der Gefährdung und eine Zurücknahme von Gefahrenzonen durch technische Maßnahmen in naher Zukunft nicht erwartet werden. Weitere Anrißverbauungen sind vorerst wegen ihres Umfangs nicht zu finanzieren; Hochlagenaufforstungen benötigten Jahrzehnte zur vollen Entfaltung schutztechnischer Wirkung.

Große Bedeutung kommt dementsprechend den temporären Maßnahmen zu. Sie sind insgesamt positiv zu bewerten. Für die Beurteilung der Lawinensituation durch die Kommissionen sollte die Installation eines computergestützten Lawinewarnsystems diskutiert werden. Mit seiner Hilfe werden vielfältige meteorologische und topographische Parameter von Lawineneignissen erfaßt. Anhand von Diskriminanzanalysen kann dann auf vergleichbare Situationen hingewiesen und die Arbeit der Kommissionen sinnvoll unterstützt werden (RINK 1982).

Wie die Analyse potentieller Gefahr zeigt, muß in Zukunft mit einer Gefahrezunahme gerechnet werden. Weniger entscheidend ist dabei die Veränderung

des Gefährdungsobjekts – eine weitere Expansion des Ortes ist großflächig nicht zu erwarten, da man zunächst bemüht ist, die Nächtigungsstatistik zu konsolidieren; zusätzliche Erschließungen im Skigebiet und nachfolgend weitere Bauten von Beherbergungsbetrieben sind nicht geplant –, vielmehr ist von einer Variation des Gefahrenrahmens auszugehen. Deutlich wird dabei die starke Abhängigkeit Gargellens von schutztechnisch günstig aufgebauten Wäldern. Daß sie am Schmalzberg in weiten Teilen nicht mehr gegeben sind, wird eindeutig belegt.

Die als wesentliche Ursache anzuführende waldbauliche Mißwirtschaft der vergangenen Jahre und Jahrzehnte wird durch natürliche und quasi-natürliche Regenerationsbeschränkungen negativ verstärkt. Gründe einer mangelnden Bewirtschaft sind neben allgemeinen sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen in der speziellen wirtschaftlichen Verflechtung von Wald und Tourismus zu sehen.

Tritt der Tourismus in Konkurrenz zur Forstwirtschaft, werden Arbeitskräfte abgeworben und die Waldbewirtschaftung extensiviert. Holz wird von anderen Energieträgern verdrängt, angestammte Holznutzungsrechte werden nicht mehr in Anspruch genommen. PRICE (1987) kommt in seiner Untersuchung in den Schweizer Alpen zu dem Urteil, daß eine parasitäre Beziehung zwischen Tourismus und Forstwirtschaft besteht. Der Tourismus, auf den Wald als wesentliches Landschaftskapital und als Schutz infrastruktureller Einrichtungen angewiesen, forciert in geradezu paradoxer Weise die Vernachlässigung der Waldbewirtschaftung.

Daß „Kurzsichtigkeit“ diese Entwicklung begünstigt hat, dokumentiert eindeutig die nachteilige Bestandessituation am Schmalzberg. Vermeintliche wirtschaftliche Vorteile und Arbeitserleichterungen in den vergangenen Jahren haben Probleme mitverursacht, die in Zukunft nur durch erheblichen finanziellen Aufwand gelöst werden können. Deutlich wird auch, daß über den Waldbesitzer hinaus ein starkes öffentliches Interesse an einer nachhaltigen Bewirtschaftung bestehen muß.

Stellt man für Gargellen, seine Bewohner und Gäste das Postulat absoluter Sicherheit, kommt man bei der

engen Verzahnung von Gefahren- und Lebensbereichen nicht umhin, Siedlungs-, Erwerbs- und Erholungsalternativen zu diskutieren. Eine Diskussion, die aufgrund der monostrukturellen touristischen Ausrichtung des Ortes hypothetisch sein muß. Da praktikable und zumutbare Alternativen fehlen, ist man gezwungen, sich der Gefährdung anzupassen. Aber auch das sogenannte „Restrisiko“ ist auf ein Minimum zu reduzieren, es darf keinesfalls zur Relativierung nachlässigen Lawinenschutzes mißbraucht werden. Gargellen ist auf Gäste angewiesen und diese wiederum darauf, daß Verantwortung für sie in Fragen des Lawinenschutzes übernommen wird.

Wie bereits durch entsprechende Hinweise auf andere Untersuchungen deutlich gemacht worden ist, stellt Gargellen keinen Sonderfall dar; die Bereitschaft, in Gefahrenzonen zu siedeln, schlechte waldbauliche Verhältnisse, Konkurrenz zwischen Tourismus und Wald u.a.m. läßt sich auch in anderen Orten Österreichs finden (WEIS 1990). Das Beispiel zeigt anschaulich, daß über die durchaus notwendige Diskussion der Auswirkungen neuartiger Waldschäden die – für das Gebiet – wesentlichen Ursachen mangelnder Schutzbefähigung des Waldes nicht übersehen werden dürfen. Deutlich wird auch, daß es sich hierbei keineswegs um ein rein waldbauliches Problem handelt.

#### Nachtrag:

Bereits 1989 hat der STAND MONTAFON als Waldbesitzer eine Hochlagenentwicklungsstudie für den Schmalzberg in Auftrag gegeben. Ergebnisse daraus konnten für die vorliegende Arbeit nicht zur Verfügung gestellt werden.

Wie sich bei einem erneuten Besuch Gargellens im Herbst 1990 zeigte, waren auf der orographisch rechten Seite bereits Schlägerungen im Untersuchungsgebiet durchgeführt worden.

## Schrifttum und Kartenverzeichnis

- Ammer, U., Mössmer, E.-M. und Schirmer, R. (1985): Vitalität und Schutzbefähigung von Bergwaldbeständen im Hinblick auf das Waldsterben. Forstw. Cbl., H. 104: 122-137
- Aulitzky, H. (1973): Berücksichtigung der Wildbach und Lawinengefahrengelände als Grundlage der Raumordnung von Gebirgsländern. Fachveranstaltungen d. Studienrichtung Forst- u. Holzwirtschaft, Bd. 2, Teil 2: 81-117
- Aulitzky, H. (1988): Gefahrenzonenpläne – ist und soll. - unveröffentl. Manuskript, Wien, 13 S.
- Bertle, H. (1973): Zur Geologie des Fensters von Gargellen (Vorarlberg) und seines kristallinen Rahmens. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., Bd. 22: 1-59
- Bezirksforstbehörde Bludenz (1989): Waldentwicklungsplan-Konzept, Teilplan „Bludenz“. - 1:50.000, Bludenz
- Bichelmeier, F. und Gundermann, E. (1974): Beiträge zur Quantifizierung der Sozialfunktionen des Waldes im bayerischen Hochgebirge. - Forstl. Forschungsanst. (Hrsg.), Forschungsber. Nr. 21, München; 1-157
- Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Hrsg.) (1984): Orthophoto, Blatt 1221 - 103. 1:10.000, Wien
- Bundesministerium für Verkehr (BMfV) (1975): Lawinenschutz im Bereich von Seilbahnen und Schleppliften. - Erlaß Zl. EB 6403/8-II/3-1975 und Zl. EB 6403/31-II/3-1975, Wien
- Cipra (Hrsg.) (1988): Bergwald – Dokumente 87. - Internationale Alpenschutzkommission, Kleine Schriften, H. 2, 84 S.
- Egger, M. (1989): Wald und Tourismus. - Berner Stud. z. Freizeit u. Tourismus, H. 23, Bern, 237 S.
- Exner, R. (1990): Gefahrenpotential und Schutzmaßnahmen – dargestellt am Beispiel der Lawinengefährdung Gargellens/Vorarlberg. - unveröffentl. Diplomarbeit am Geographischen Inst. d. Georg-August-Univ. Göttingen, Göttingen, 106 S.
- Fiebiger, G. (1978): Waldbauliche Planungen in lawinenzügigen Wäldern. - Intern. Seminar MOUNTAIN FORESTS AND AVALANCHES, Davos, 27 S.
- Fraser, C. (1968): Lawinen – Geißel der Alpen. - Rüslikon-Zürich, 295 S.
- Frey, W. (1977): Wechselseitige Beziehungen zwischen Schnee und Pflanze – eine Zusammenstellung anhand von Literatur. - Mitt. d. EISELF, Nr. 34, Davos, 223 S.
- Gmd. St. Gallenkirch (1987): Katastrophenschutzplan. - St. Gallenkirch
- Gmd. St. Gallenkirch (1982): Flächenwidmungsplan. - 1:5.000, St. Gallenkirch
- Grunder, M. (1984): Ein Beitrag zur Beurteilung von Naturgefahren im Hinblick auf die Erstellung von mittelmaßstäbigen Gefahrenhinweiskarten. - Geographica Bernensia, Bd. G 23, Bern, 217 S.
- Hanausek, E. und Hopf, J. (1988): Schutz vor Lawinen. - in Österreichisches Autorenteam (1988): 95 - 120
- Mayer, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. - Stuttgart, 344 S.
- Mayer, H. (1976): Gebirgswaldbau und Schutzwaldpflege. - Stuttgart, 436 S.
- Österreichisches Autorenteam (1988): Lawinendhandbuch. - Land Tirol (Hrsg.), Innsbruck, 224 S.
- Österreichisches Statistisches Zentralamt (ÖSTZ) (1989): Regionale Kurzinformation – Zählsprenkel Gargellen. - Wien
- Price, M. (1987): Tourism and Forestry in the Swiss Alps: Parasitism or Symbiosis. - Mountain Research a. Development, Vol. 7, No. 1:1-12
- Rabofsky, E. (1984): Sicherheit vor Lawinen. - Österreichisches Kuratorium f. alpine Sicherheit (Hrsg.), Wien, 28 S.
- Rink, C., E. (1982): Praxisnahe Modelle zur Optimierung der Lawinenvorhersage am Beispiel des Arlberggebietes. - Inaug. Diss. d. Math.-Naturwiss. Fakultät d. Univ. Köln, Köln, 102 S.
- Schimpf, O. (1988): Temporärer Lawinenschutz. - in Österreichisches Autorenteam (1988): 102-120
- Stand Montafon (1989): Entwicklungsphasenkartierung „Schmalzberg“. - 1:10.000, Schruns
- Stand Montafon (Hrsg.) (1987): Zustandsbeschreibung und erforderliche Maßnahmen in den Standeswäldern. – Schruns, 146 S.
- Stiftung Warentest (Hrsg.) (1989): Wie sicher sind die Pisten-Skigebiete in den Alpen. – in test, H. 12: 80-85.
- Suda, M. (1989): Auswirkungen des Waldsterbens - Forschungsber. d. DAV, Nr. 4, München, 279 S.
- Vorarlberger Landesregierung (1985): Waldzustandserhebung Vorarlberg 1984/85. - Bundesinstitut f. Gesundheitswesen (Hrsg.), Wien
- Weis, A. (1990): Lawinengefährdung und Sicherheitsplanung unter besonderer Berücksichtigung der Schutzwaldfunktion – dargestellt am Beispiel von Ischgl/Tirol. – unveröffentl. Diplomarbeit am Geographischen Institut d. Georg-August-Univ. Göttingen, Göttingen, 111 S.
- Wildbach und Lawinenverbauung (WLW) (1989): Kollaudierungsniederschriften. - WLW-Gebietsbauleitung Montafon, Vandans
- Wildbach und Lawinenverbauung (WLW) (1990): Lawinenkataster. - WLW-Gebietsbauleitung Montafon, Vandans

Wildbach und Lawinenverbauung (WLIV) (1976):  
Gefahrenzonenplan-Konzept Gargellen. - WLIV-Gebiets-  
bauleitung Montafon, Karten und Erläuterungen, Van-  
dans

Zenke, B. (1985): Der Einfluß abnehmender Bestandes-  
vitalität auf Reichweite und Häufigkeiten von Lawinen. -  
Forstw. Cbl., H. 104: 137-145

Zollinger, F. (1987): Alpines Kulturland und Naturge-  
walten – Bedrohung und Schutz. - Zeitschr. f. Kulturtech-  
nik u. Flurbereinigung, H. 28: 346-352

Zurkirchen, J. (1988): Heimatbuch St. Gallenkirch –  
Gortipohl – Gargellen. - Dornbirn, 290 S.

**Anschrift des Verfassers:**

Dipl. Geograph Robert Exner  
Steinmetzstraße 23  
3000 Hannover



Foto 1: Schmalzberg mit Gargellental (re. Bildhälfte) und Vergaldental (li. Bildhälfte); es sind die Lawineneinzugsgebiete und -schneisen bis zur Kälberhaldenlawine zu erkennen.  
Standort: Schafberg/Skigebiet, 2100 m ü. NN (Aufnahmedatum 29.01.1990)



Foto 2: Schmalzberg mit Lawineneinzugsgebieten und -schneisen, von li. nach re.: Schmalzberg-, Kälberhalden-, Kälberboda- und Ronazuglawine. Größere schneebedeckte Bestandeslücken sind zu erkennen.  
Standort: Höhenweg orographisch li. Seite, 1600 m ü. NN (Aufnahmedatum 27.01.1990)



Foto 3: Schmalzberg, Wildbach- und Lawineneinzugsgebiete oberhalb der Waldgrenze. Zu erkennen sind auch die erosiv betonten tektonischen Schwächezonen (Geschiebeherde der Wildbäche); am re. Bildrand Teilverbauung der Schmalzberglawine.  
Standort: Höhenweg orographisch li. Seite, 1580 m ü. NN (Aufnahmedatum 26.07.1989)



Foto 4: Fichten (*Picea abies* (L.) KARST.) mit bergseitigen Steinschlagschäden.  
Standort: Höhenweg orographisch re. Seite, 1460 m ü. NN (Aufnahmedatum 28.01.1990)

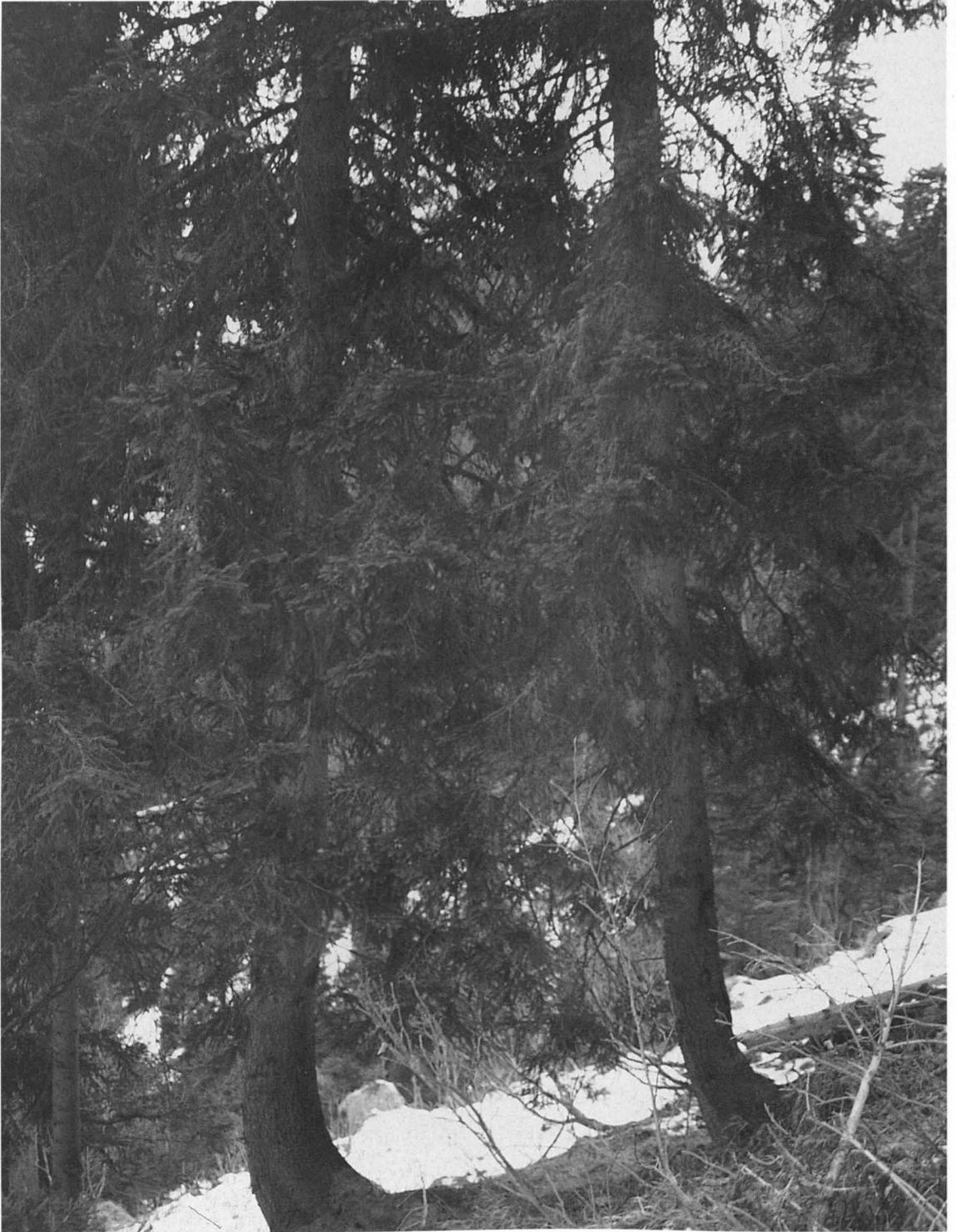


Foto 5: Fichten (*Picea abies* (L.) KARST.) mit Säbelwuchs.  
Standort: Höhenweg orographisch re. Seite, 1470 m ü. NN (Aufnahmedatum 28.01.1990)



Foto 6: Auf der gut bestockten Probefläche 2 führt hohe Mortalität in der Unter- und Mittelschicht zu fortschreitender Entmischung und Dominanz der Oberschicht. Einschichtigkeit bedeutet eine Minderung der Schutzbefähigung. Standort: Höhenweg orographisch re. Seite, 1470 m ü. NN (Aufnahmedatum 26.06.1989)



Foto 7: „Moderverjüngung“ von Fichten (*Picea abies* (L.) KARST.) auf einem Baumstumpf, der aus dem steinigen Murgangmaterial herausragt.  
Standort: Nähe Schmalzbergtobel orographisch re. Seite, 1460 m ü. NN (Aufnahmedatum 28.01.1990)



Foto 8: Gargellen 1989, Blick nach Norden. Im Vordergrund Lawinenleitdämme der Alptobellawine zum Schutz des Ortszentrums. Am re. Bildrand (Mitte) Lawinenleitdamm der Kälberhaldenlawine zum Schutz des Hotels „Heimspitze“.

Standort: Höhenweg orographisch li. Seite, 1500 m ü. NN (Aufnahmedatum 26.07.1989)



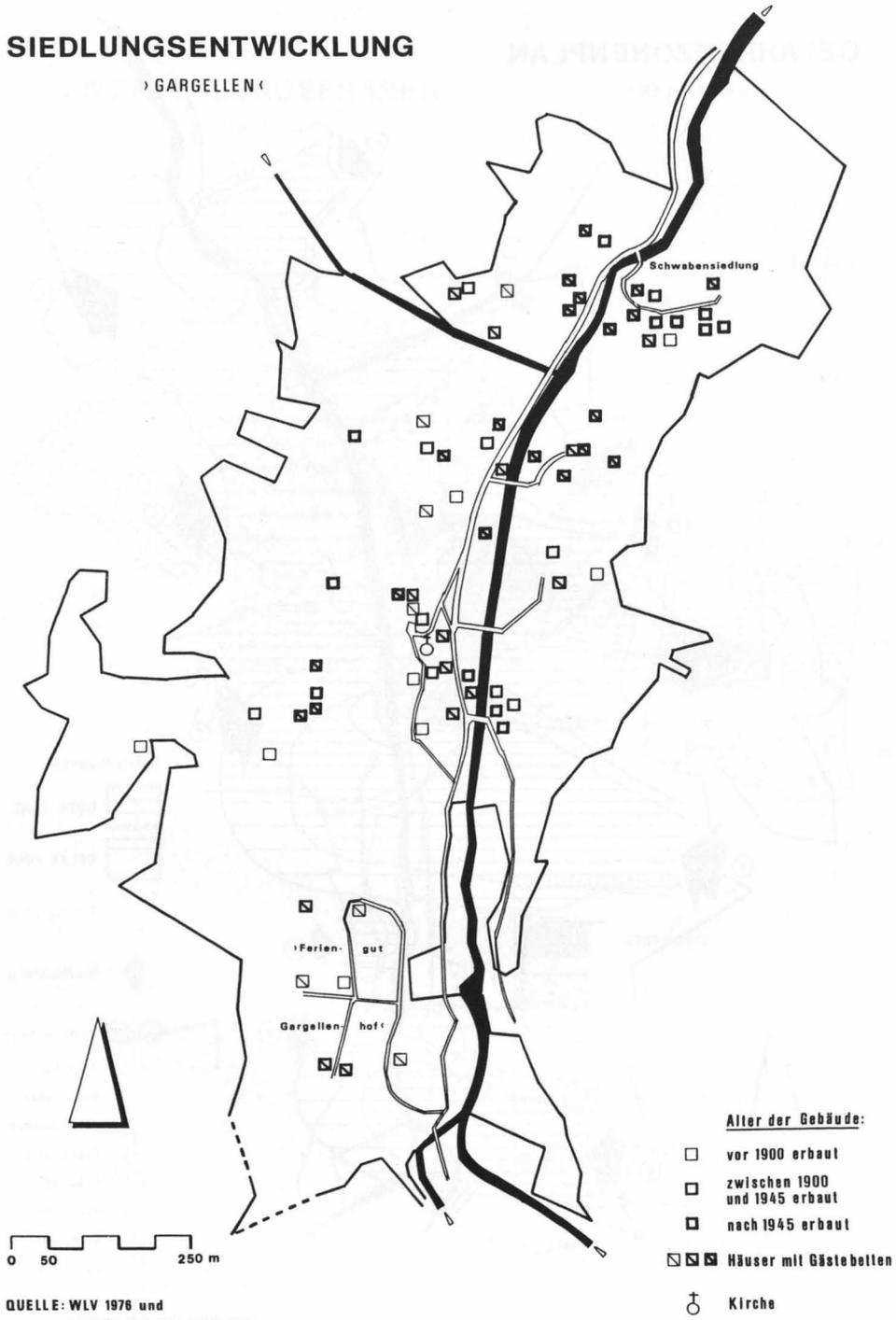
Foto 9: Schmalzberg, Anrißverbauung des Teileinzugsgebietes mit gesicherter Verjüngung zwischen den Werkreihen.  
Standort: orographisch re. Seite, 1660 m ü. NN (Aufnahmedatum 23.07.1990)



Foto 10: Siedlungsnah Aufforstungsflächen am Täscher-Hangfuß mit Gleitschneeverbauung.  
Standort: orographisch li. Seite, 1470 m ü. NN (Aufnahmedatum 25.07.1990)

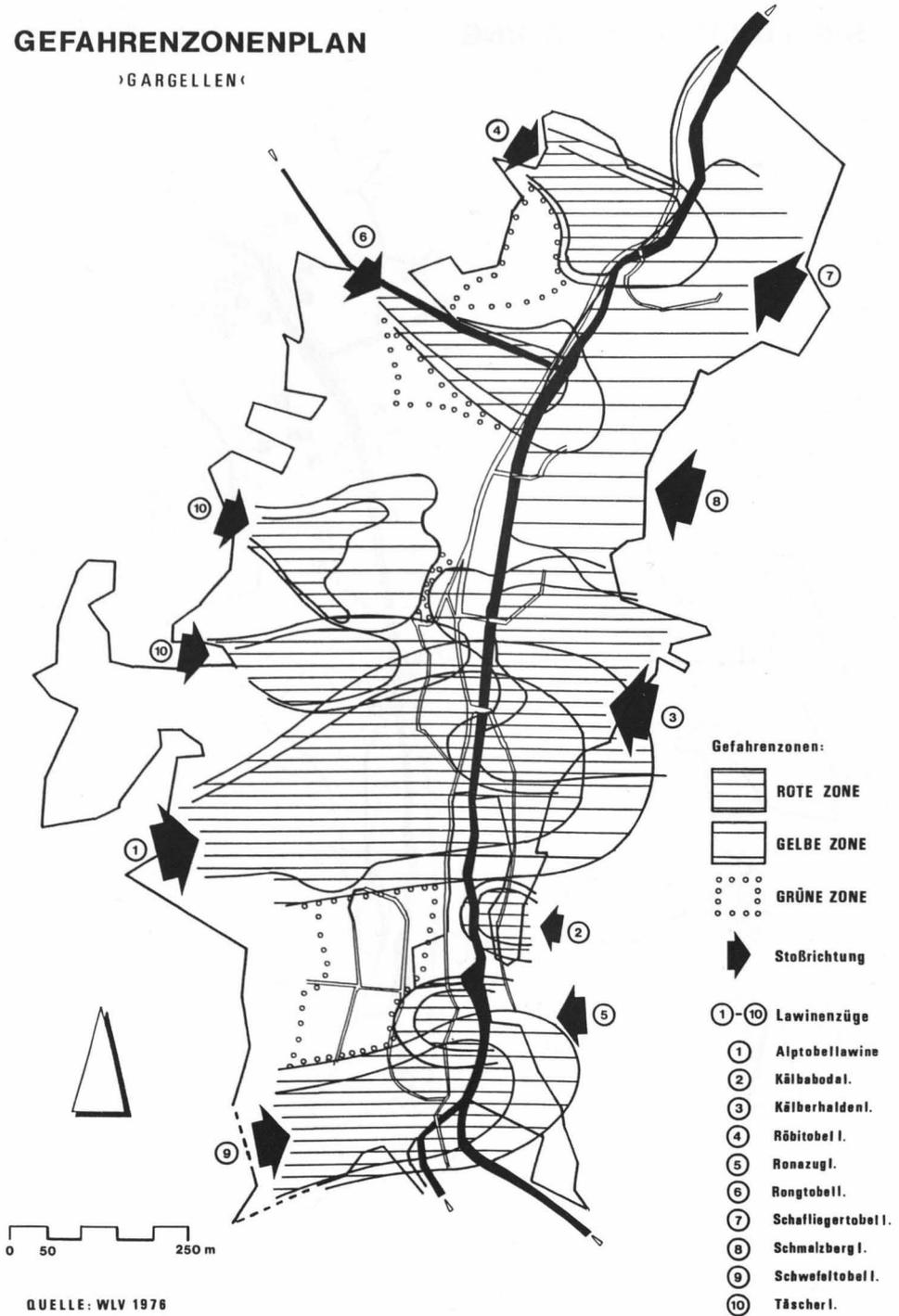
# SIEDLUNGSENTWICKLUNG

› GARGELLEN ‹



# GEFAHRENZONENPLAN

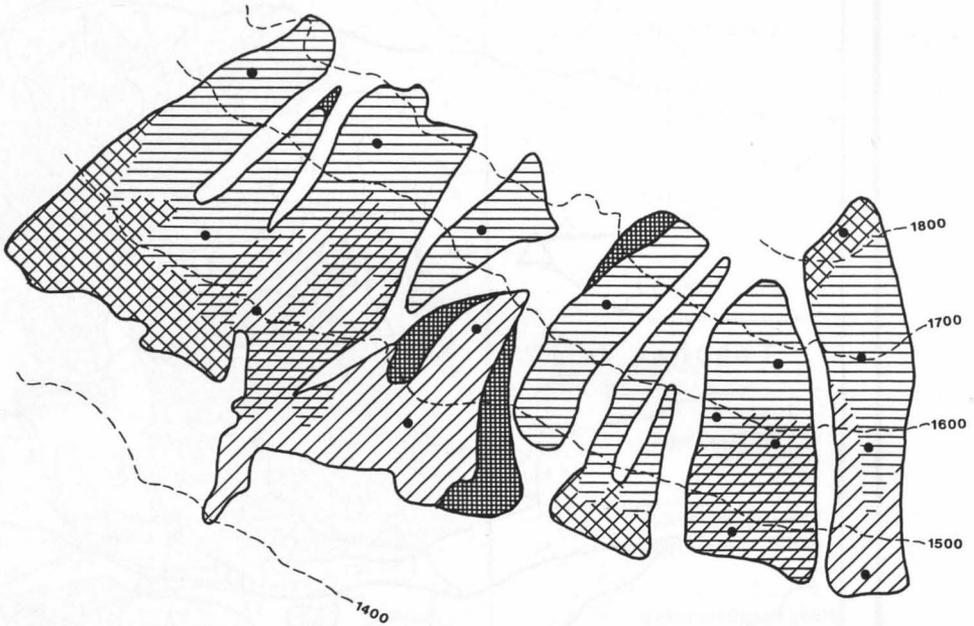
›GARGELLEN‹



RE

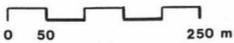
# ENTWICKLUNGSPHASEN

› SCHMALZBERG ‹

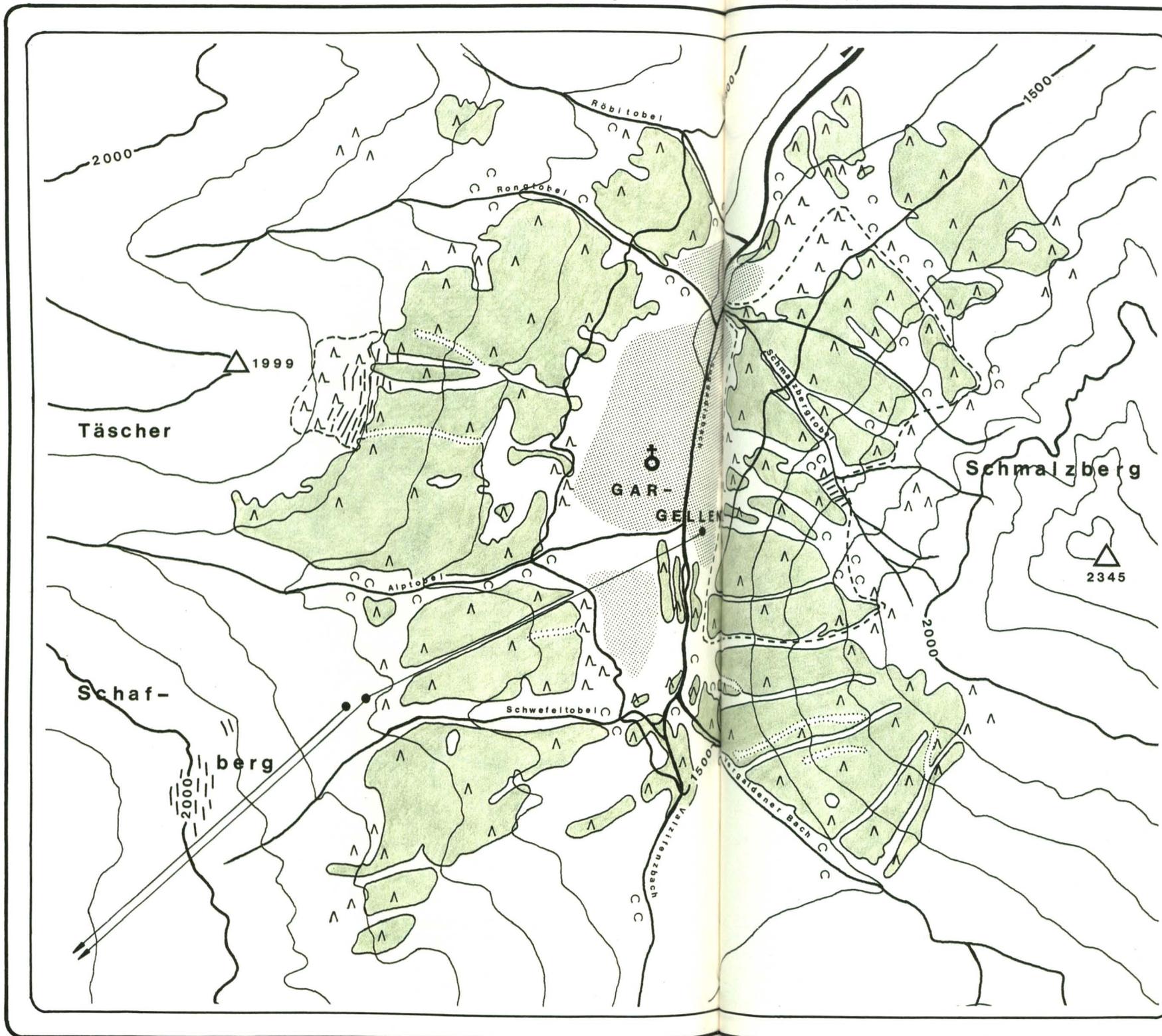


## ENTWICKLUNGSPHASEN:

-  **JUNGWUCHS**
-  **INITIAL**
-  **OPTIMAL**
-  **OPTIMAL/ TERMINAL**
-  **TERMINAL**
-  **Probekreis**
-  **Höhenlinien (m ü. NN)**



QUELLE: STAND MONTAFON 1989 u.  
EIGENE KARTIERUNG 1989



# ÜBERSICHT

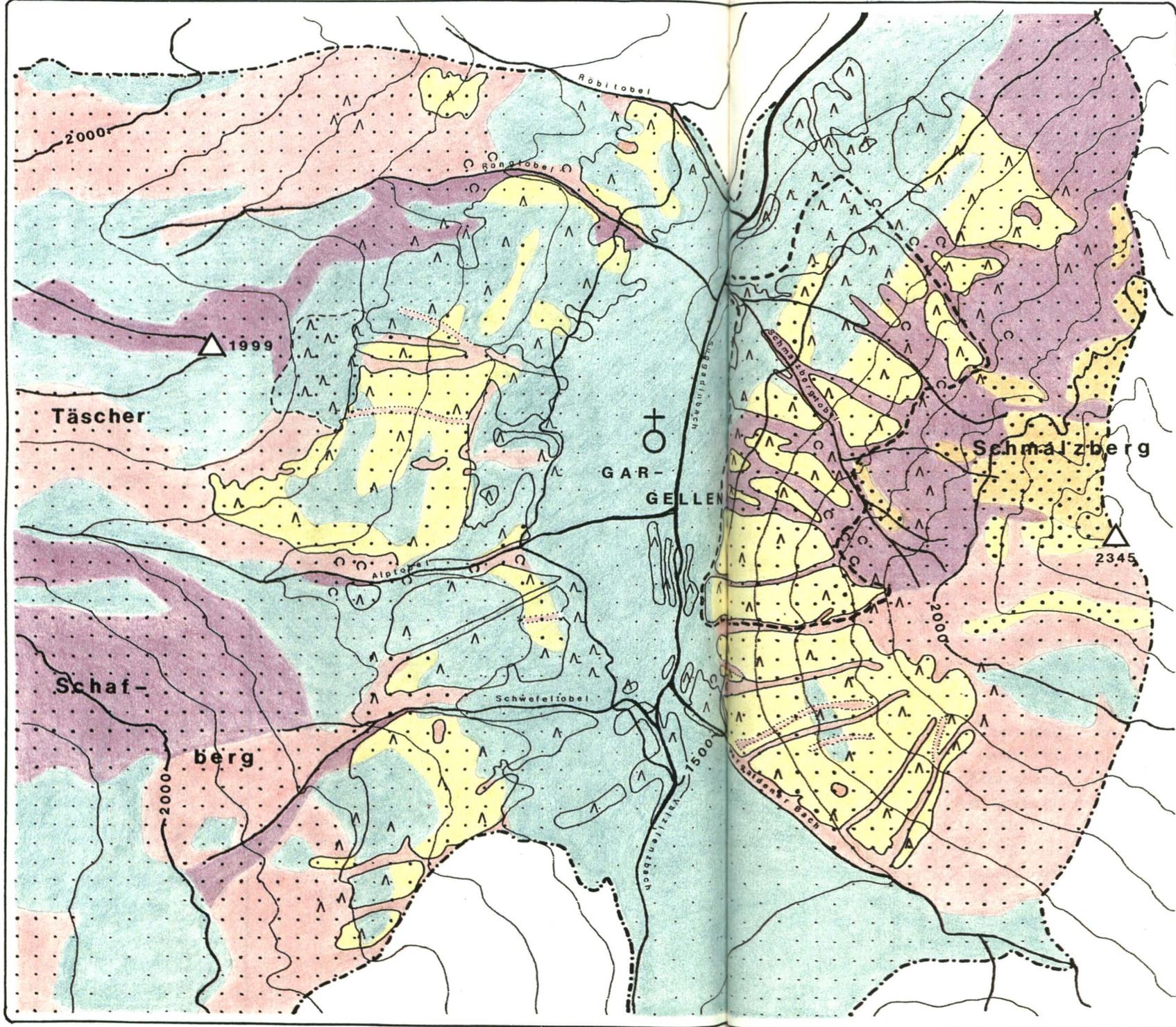
-  Siedlung
-  Lift
-  Lawinerverbau
-  Fichtenwald m. Schneise
-  Aufforstung
-  Grünerle
-  Gewässer
-  Gipfel (m ü. NN)  
2345
-  Höhenlinie /  
Äquidistanz: 100 m  
1500
-  Untersuchungsgebiet



QUELLE: ORTHOFOTO 1984,  
BLATT 1221-103

RE

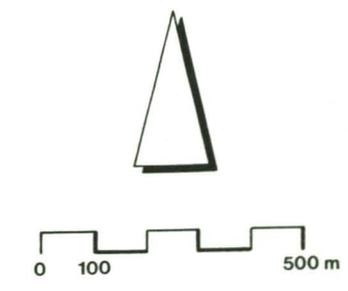
# LAWINENAN- RISS - DISPOSITION



- 0 keine Disposition
- 1 kaum D.
- 2 geringe D.
- 3 ziemliche D.
- 4 hohe D.
- 5 sehr hohe D.

- Hangneigung:
- < 20°
  - 20-30°
  - 30-45°
  - > 45°

- Fichtenwald m. Schneise
- Aufforstung/  
Hochlagenaufforst.
- Grünerlen
- Untersuchungsgebiet
- Höhenschichtlinien
- Äquidistanz: 100 m



RE