

# Der Jahrhundertwinter 1999 im Berner Oberland Ein Bericht der Abteilung Naturgefahren



**Engstligenalp, 26.2.1999**  
Foto: © J. Hari, Berghotel Engstligenalp

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	1
<b>2. Stationäre Wettersituation</b>	2
<b>3. Schnee- und Temperaturverhältnisse</b>	3
3.1 Neuschneemengen	3
3.2 Schneehöhen	4
3.3 Temperaturverlauf	6
<b>4. Lawinensituation</b>	7
4.1 Lawinengefahr gemäss Bulletin SLF	7
4.2 Luftbilder und digitale Orthofotos	7
4.3 Lawinenniedergänge	11
<b>5. Lawinenschäden</b>	13
5.1 Personen und Tiere	13
5.2 Gebäude	13
5.3 Touristische Anlagen	19
5.4 Wald	20
5.5 Flur	21
5.6 Infrastruktur	22
5.7 Indirekte Schäden	23
<b>6. Integraler Lawinenschutz</b>	26
6.1 Lawinenkataster, Lawinengefahrenkarten, Raumplanung	26
6.2 Frühwarnung, automatische Schneemessstationen	30
6.3 Organisatorische Massnahmen	33
6.3.1 Evakuationen	33
6.3.2 Sperrungen von Verkehrswegen	35
6.4 Künstliche Lawinenauslösung	39
6.5 Technische Massnahmen, Lawinenverbauungen	41
6.5.1 Stützverbauungen	41
6.5.2 Windverbau	45
6.5.3 Ablenk- und Bremsverbau	47
6.5.4 Objektschutz	48
6.6 Lawinenschutzwälder	49
<b>7. Der Winter 1998/99 im langjährigen Vergleich</b>	52
<b>8. Hochwasser und Rutschungen im Frühjahr 1999</b>	56
<b>9. Gesamtbeurteilung, Folgerungen</b>	57
<hr/>	
<b>Quellenangaben</b>	60

## 1. Einleitung

Auf das frühe Einschneien vor Mitte November 1998 folgte von Mitte Dezember bis Ende Januar eine schneearme, fast niederschlagsfreie Periode mit milden Temperaturen.

Der Winter 1998-99 wurde anschliessend geprägt durch die ausserordentlichen Witterungsverhältnisse von Ende Januar bis Ende Februar 1999. Drei aufeinanderfolgende Nordwest-Staulagen haben dem Berner Oberland extreme Neuschneemengen vom Ausmass eines "Jahrhundertwinters" gebracht. In Mürren (1660 m ü.M.) beispielsweise betrug die aufsummierte tägliche Neuschneemenge über 30 Tage 5.74 m. In der gleichen Zeit stieg die Schneehöhe bei der automatischen Schneemessstation auf der Rotschalp oberhalb Brienz (1870 m ü.M.) von 80 cm auf 4.35 m an.

In der Folge herrschte während mehr als einem Monat eine äusserst prekäre Lawinensituation. In der Nacht vom 7./8. Februar 1999 zerstörte die Chläbischoflau in Wengen das Café Oberland. Das Besizerhepaar verlor bei diesem unerwarteten, tragischen Unglück das Leben.

Kantons-, Bezirks- und Gemeindeorgane, Bahn- und Strassendienste sowie die Verantwortlichen für touristische Anlagen hatten im Dauereinsatz äusserst schwierige und verantwortungsvolle Entscheide für die Sicherheit der Bevölkerung zu treffen. In 23 Gemeinden mussten aus Sicherheitsgründen insgesamt 1722 Personen während 1 – 18 Tagen aus ihren Häusern evakuiert werden. Wichtige Verkehrswege wurden wegen akuter Lawinengefahr über längere Zeit gesperrt, was dazu führte, dass mehrere Dörfer von der Umwelt abgeschnitten waren und nur über Luftbrücken versorgt werden konnten.

Unzählige, teilweise riesige Lawinen haben insgesamt 315 (vorwiegend land- und alpwirtschaftliche) Gebäude zerstört oder beschädigt, in über 200 Fällen Schäden an Wäldern verursacht sowie Kultur- und Weideland überführt. Die Lawinenverbauungen waren Ende Februar vollständig eingeschneit und erreichten damit die Grenzen der Belastbarkeit; trotzdem erfüllten sie ausnahmslos ihre Funktion.

Die wichtigen Schutzwälder vermochten die gewaltigen Schneemassen aufzunehmen und verhinderten das Anreissen von Lawinen.

Der vorliegende Bericht befasst sich hauptsächlich mit der ausserordentlichen Lage von Ende Januar bis Anfang März 1999. In den entsprechenden Kapiteln werden die Wetter-, Schnee- und Lawinenverhältnisse, die entstandenen Schäden und die getroffenen Schutzmassnahmen beschrieben.

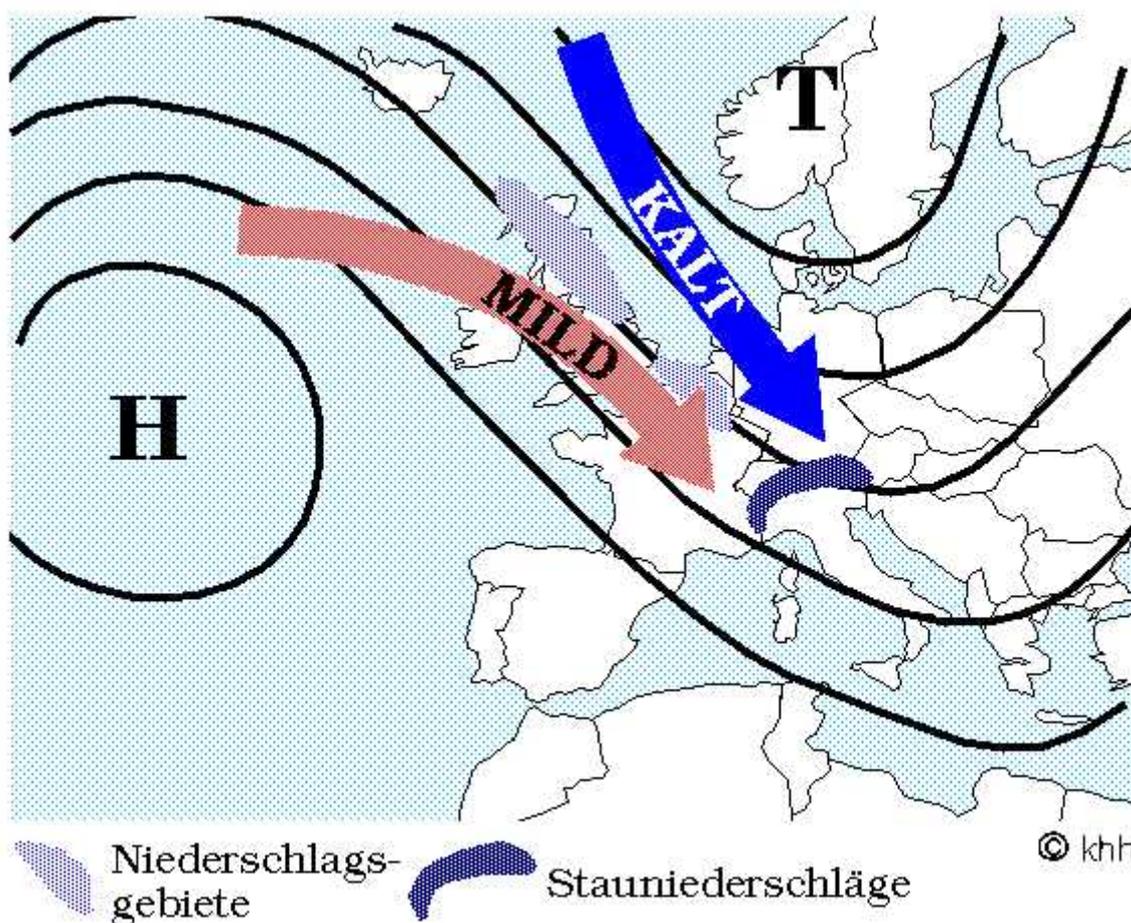
Am Schluss wird der gesamte Winter 1998/99 mit den langjährigen Werten verglichen und kurz auf die nach dem Jahrhundertwinter aufgetretenen Hochwasser und Rutschungen hingewiesen.

Der Bericht soll eine regionale Ergänzung zur umfangreichen Ereignisanalyse des SLF "Der Lawinenwinter 1999" (Davos, 2000) sein; auf Wiederholungen wird bewusst verzichtet. Er bezieht sich ausschliesslich auf die Verhältnisse im Berner Oberland.

## 2. Stationäre Wettersituation

Gefährliche Lawinensituationen bilden sich im Berner Oberland häufig während und nach intensiven Schneefällen mit starken Winden aus Nordwesten; Voraussetzung dafür sind ausgeprägte Staulagen am Alpennordhang.

Die hierfür notwendige Wetterlage sieht wie folgt aus (Quelle: Witterungsbericht vom Februar 1999, Meteo Schweiz):



“Ein Tief mit kalter Luft liegt über dem Nordmeer und Skandinavien einerseits, und ein Hochdruckgebiet mit milder Luft über dem Atlantik andererseits. Kaltluft aus Norden und milde Luftmassen aus Westen begegnen sich zwischen den beiden Druckzentren und werden in einer stürmischen Nordwestströmung gegen Mitteleuropa und die Alpen geführt.

Entlang der Grenzzone zwischen den Luftmassen entwickeln sich kräftige Niederschlagsgebiete. Zusätzlich werden die Luftmassen an den Alpen zum Aufsteigen gezwungen. Dies führt zu Stau am Alpennordhang und damit zu einer Intensivierung der Schneefälle.

Speziell an der Wettersituation ab dem 26. Januar war aber, dass die Tief- und Hochdruckgebiete ihre Lage jeweils während mehreren Tagen kaum änderten, also stationär verharrten. Intensive Schneefallperioden hielten deshalb über mehrere Tage an.

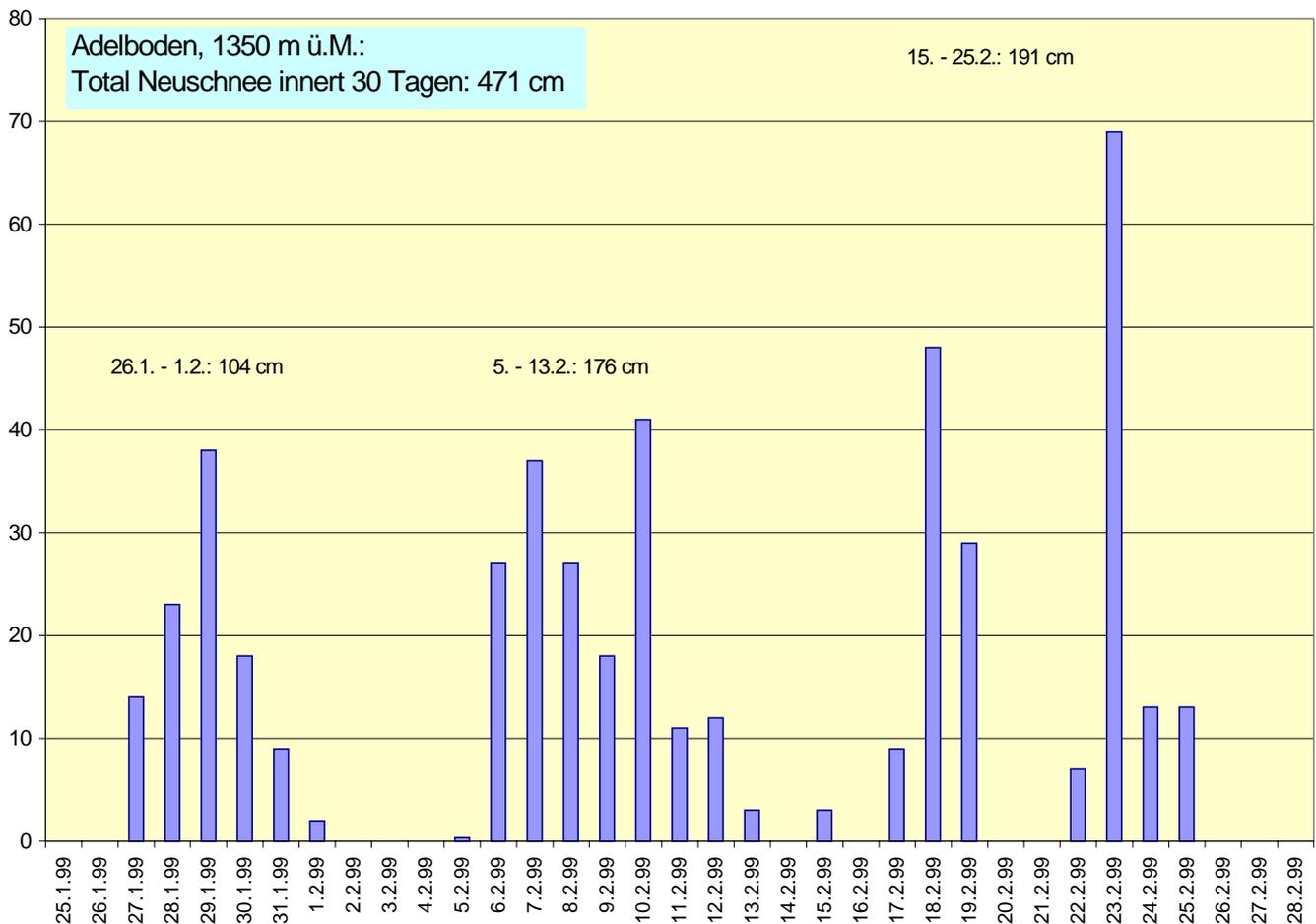
Schwächten sich Hoch- und Tiefdruckgebiet endlich ab und wanderten diese Druckgebiete endlich weg, so wurden sie nach kurzer Zeit durch neue Hoch- und Tiefdruckgebiete an alter Stelle ersetzt, womit die nächste, mehrtägige Staulage entstand. Auf diese Weise können seit dem 26. Januar drei Starkschneefallperioden (26.-29.1., 5.-10.2. und 17.-24.2.) innerhalb von insgesamt 30 Tagen festgestellt werden.“

Nach Prof. Chr. Pfister von der Universität Bern ist eine vergleichbare Abfolge von Staulagen in der Klimageschichte letztmals 1566 aufgetreten.

### 3. Schnee- und Temperaturverhältnisse

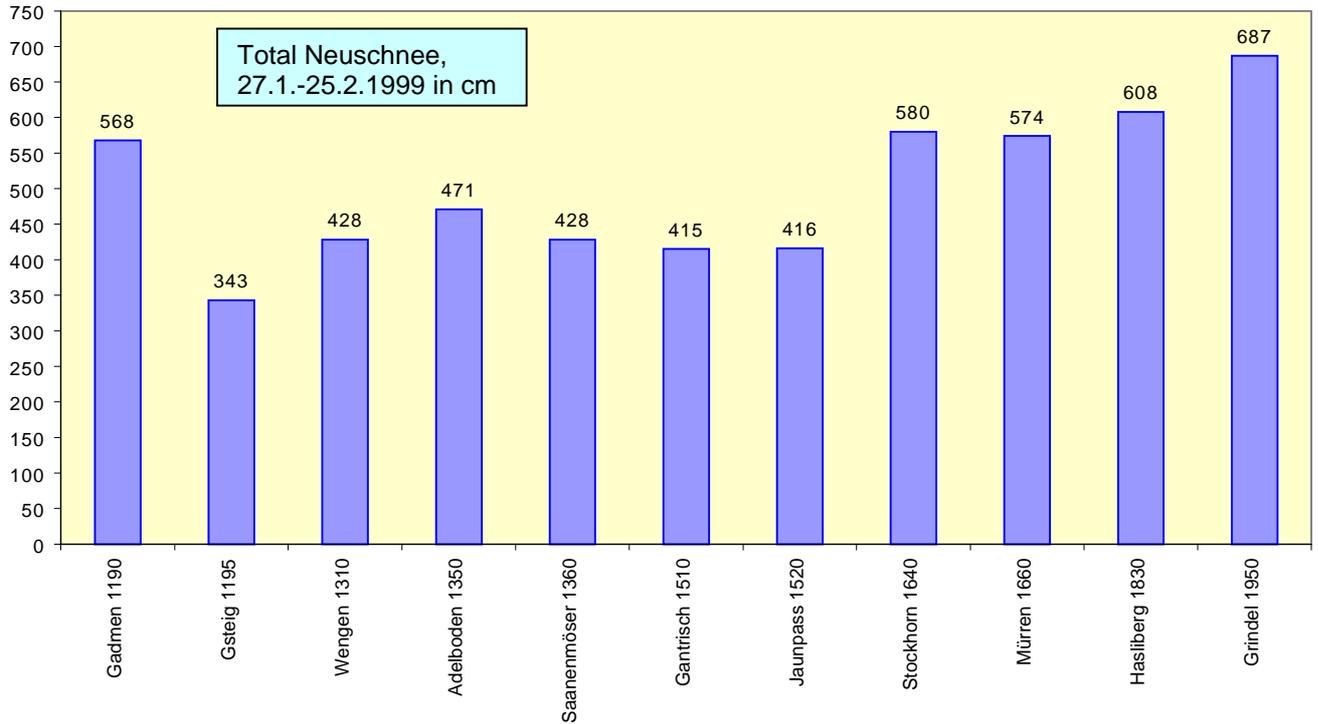
#### 3.1 Neuschneemengen

Die Starkniederschläge brachten dem Berner Oberland extreme Neuschneemengen; die folgende Grafik zeigt die täglichen Werte [cm] für Adelboden (Vergleichsstation SLF-Netz, vgl. S. 52):



Die aufsummierte Neuschneemenge über 30 Tage betrug sage und schreibe 4.71 m.

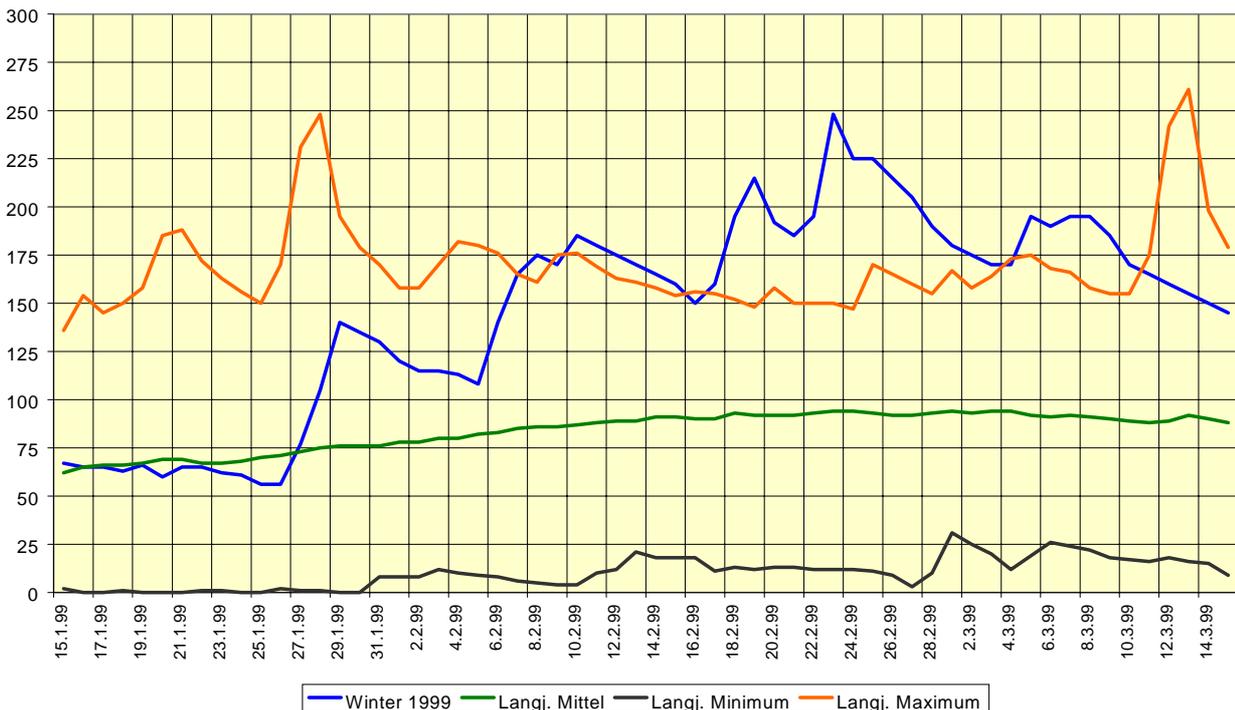
Der Vergleich mit den übrigen Stationen zeigt insbesondere für das tief gelegene Gadmen einen erstaunlichen Wert von 5.68 m.



### 3.2 Schneehöhen

Die enormen Neuschneemengen führten zu einem extremen Anstieg der Gesamtschneehöhen, die einen Stand erreichten, wie er seit Messbeginn um die gleiche Zeit noch nie gemessen wurde.

Beispiel: Schneehöhe [cm] in Mürren (1660 m ü.M.)

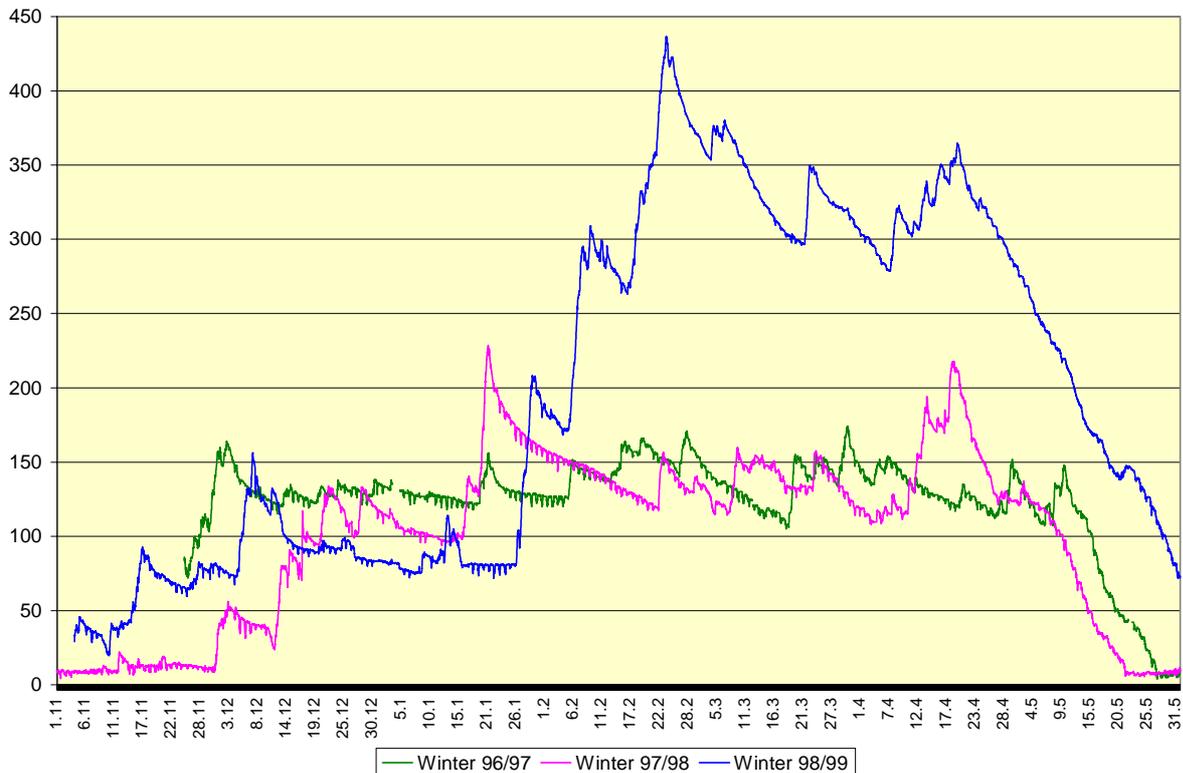


Die folgende Grafik zeigt den Verlauf der Schneehöhe [cm] bei der automatischen Schneemessstation Türliböden (2360 m ü.M.) im Schilthorngebiet:



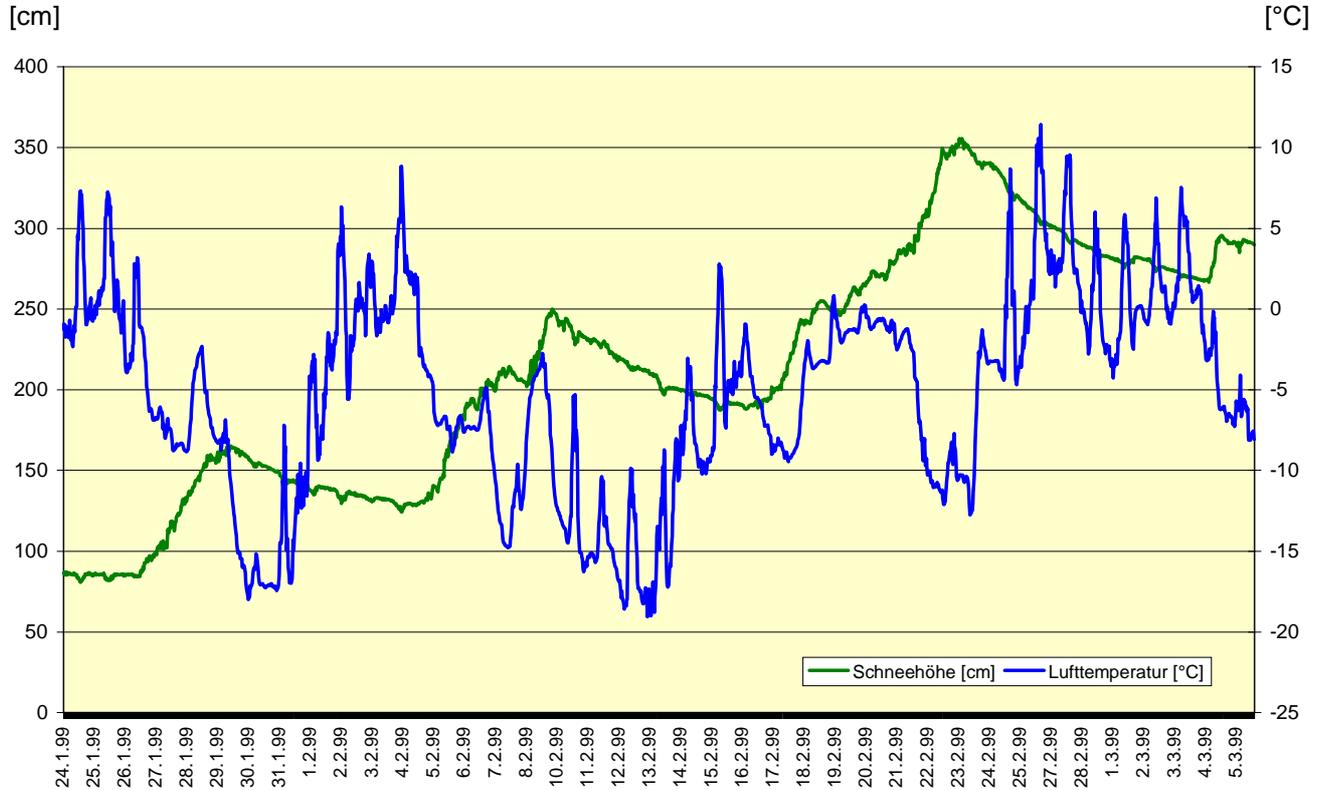
Die Schneehöhe stieg von 1.60 m innert eines Monats auf 5.25 m an. Die Zunahme betrug somit 3.65 m.

Die folgende Darstellung zeigt am Beispiel der Station Rotschalp (1870 m ü.M.) den Schneehöhenverlauf [cm] im Vergleich zu den zwei vorangegangenen Wintern; der Maximalwert von 4.35 m liegt gut 2 m über den Höchstwerten der Vorjahre.



### 3.3 Temperaturverlauf

Die Lufttemperatur spielt eine wesentliche Rolle für die Umwandlungen in der Schneedecke. Am Beispiel der automatischen Schneemesstation Faermel (1970 m ü.M.) wird der Temperaturverlauf der Entwicklung der Schneehöhe gegenübergestellt:

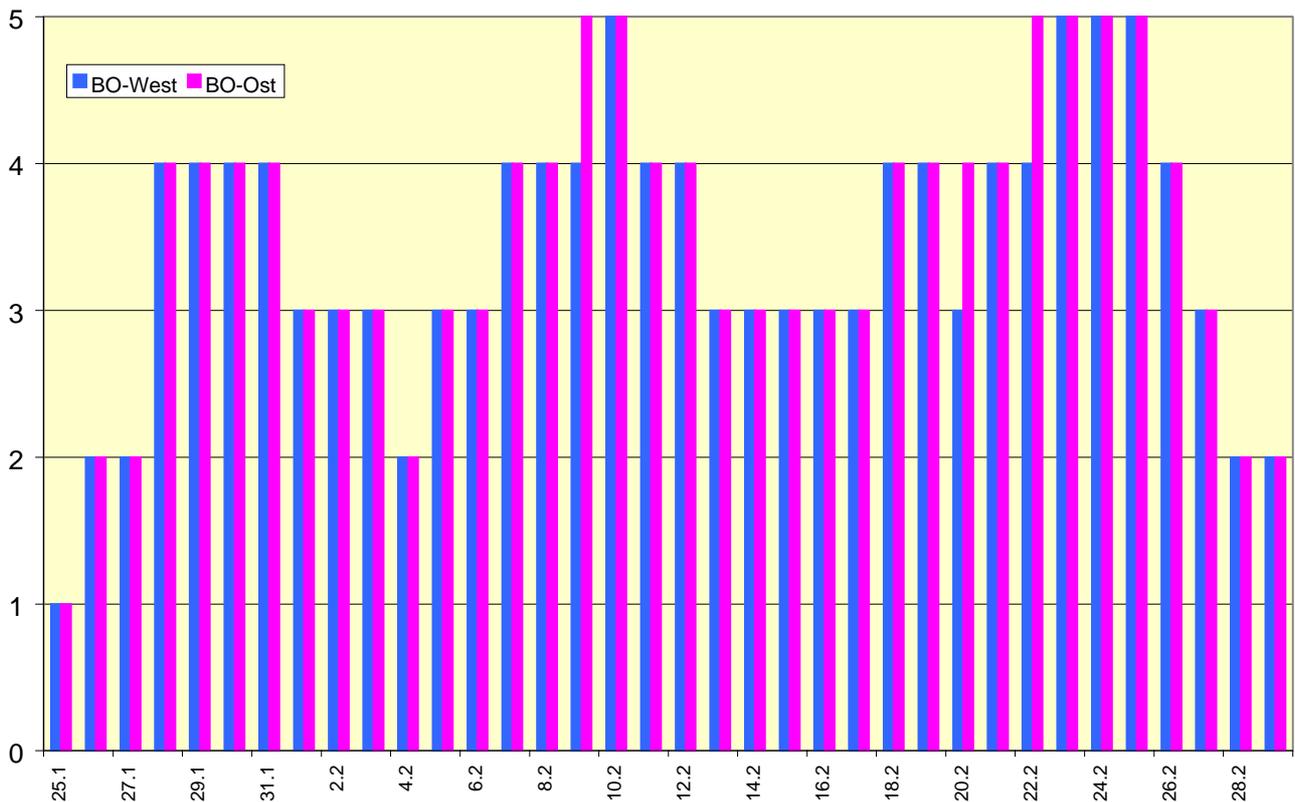


Glücklicherweise ist im Februar 1999 nach jeder Intensiv-Niederschlagsphase ein markanter Anstieg der Temperaturen eingetreten, der zu einer Verfestigung der Schneedecke geführt hat.

## 4. Lawinensituation

### 4.1 Lawinengefahr gemäss Lawinenbulletin

Die Lawinengefahr wird in der europäischen Beurteilungsskala seit dem Winter 1993/94 in die fünf Gefahrenstufen gering (1), mässig (2), erheblich (3), gross (4) und sehr gross (5) eingeteilt. Das täglich erscheinende Lawinenbulletin des Instituts für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) in Davos hat für das Berner Oberland die folgenden Prognosen herausgegeben:



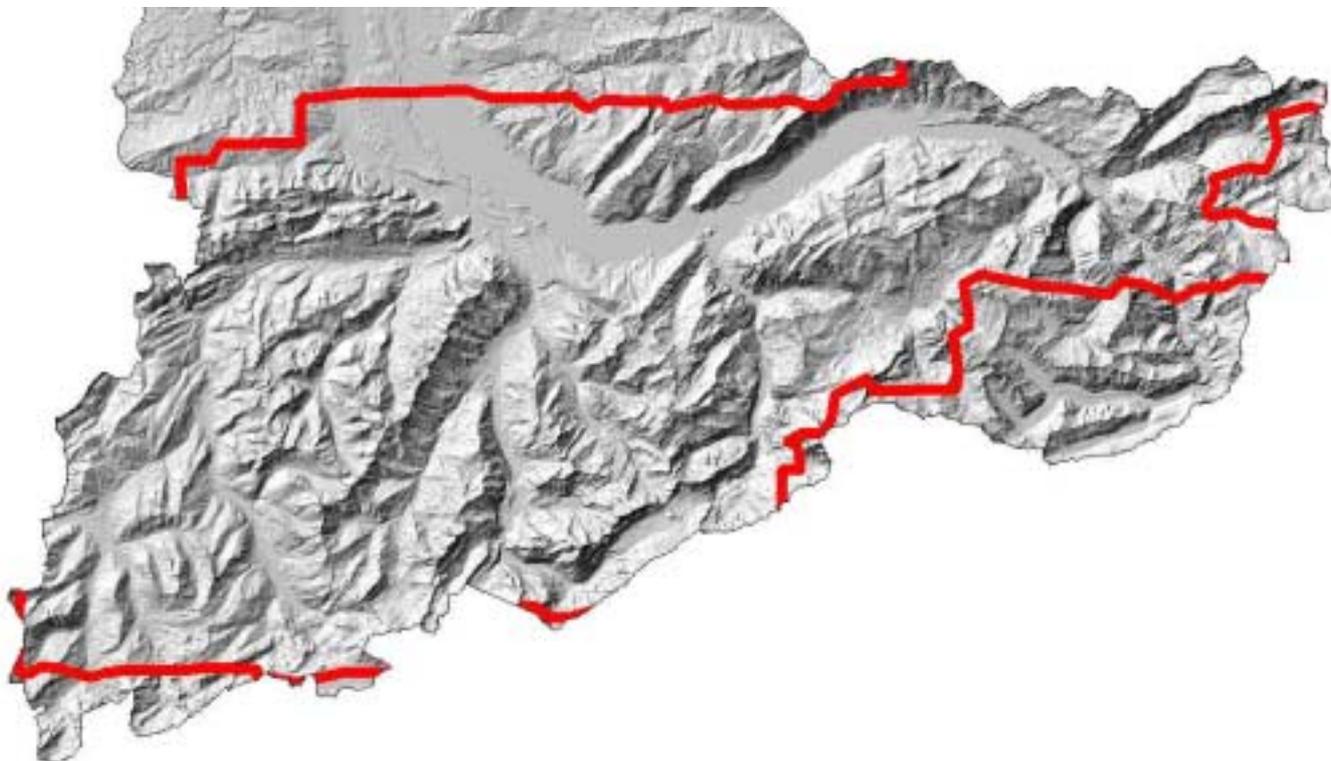
Die Darstellung zeigt, dass im östlichen Oberland an 19 Tagen mindestens die Stufe "gross" massgebend war, im westlichen Teil an 17 Tagen. Erstmals seit der Einführung der europäischen Skala im Winter 1993/94 wurde die Lawinengefahr als "sehr gross" beurteilt; nämlich an 6 Tagen im östlichen und an 4 Tagen im westlichen Oberland.

### 4.2 Luftbilder und Orthofotos

Aufgrund der aussergewöhnlichen Schnee- und Lawinensituation hat das BUWAL kurzfristig entschieden, für einen Grossteil des schweizerischen Alpengebietes zeitgerecht Luftbilder aufnehmen zu lassen. Unter der Leitung der WSL/SLF wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landestopographie (L+T), der Eidgen. Vermessungsdirektion (V+D) und den Gebirgskantonen ein Befliegungskonzept ausgearbeitet. Mit zwei Flugzeugen der L+T und der V+D wurden mit Reihenmesskameras Fotos im Massstab 1:30000 mit Schwarzweiss-Filmen aufgenommen. In ausgewählten Gebieten hat ein Flugzeug der Swissphoto Vermessung AG Farbbilder im Massstab ca. 1:25000 resp. ca. 1:10000 aufgenommen (Berner Oberland: Oberhasli,

rechtes Brienerseegebiet und Schilthornregion). Die Befliegungen fanden in der Zeit vom 25. Februar bis am 1. März 1999 statt.

Die folgende Darstellung zeigt die Gebiete, für welche Luftbilder aufgenommen wurden (zwischen den roten Linien). Keine Fotos sind für den südwestlichsten Teil des Kantons (Gsteig-Pillon) und das Lauteraar-Grimsel-Sustengebiet vorhanden.



Das "Konzept für die Verwendung der Luftbilder zur Dokumentation der Lawinensituation im Februar 1999 im schweizerischen Alpengebiet" (1.4.1999) wurde von den Forschungsanstalten WSL/SLF (H. Mauser, U. Gruber) ausgearbeitet. Darin wurden die Zielsetzungen wie folgt definiert:

- Genaue Dokumentation der Lawinenereignisse
- Nachführung Lawinenkataster
- Detailuntersuchungen zur Erstellung von Massenbilanzen einzelner Lawinenereignisse und zur Verbesserung von Lawinenberechnungsmodellen.

Aufgrund der Auswertungen sollte eine digitale Gesamtübersicht über die Lawinenereignisse im Februar 1999 erstellt werden.

Für die Informationsgewinnung aus den Luftbildern standen grundsätzlich Methoden der visuellen oder stereoskopischen Luftbildinterpretation, der analytischen und der digitalen Photogrammetrie zur Diskussion.

Da bei der Abteilung Naturgefahren seit 1993 ein Geografisches Informationssystem (GIS) im Einsatz steht, war es naheliegend, die Vorteile der digitalen Photogrammetrie zu nutzen.

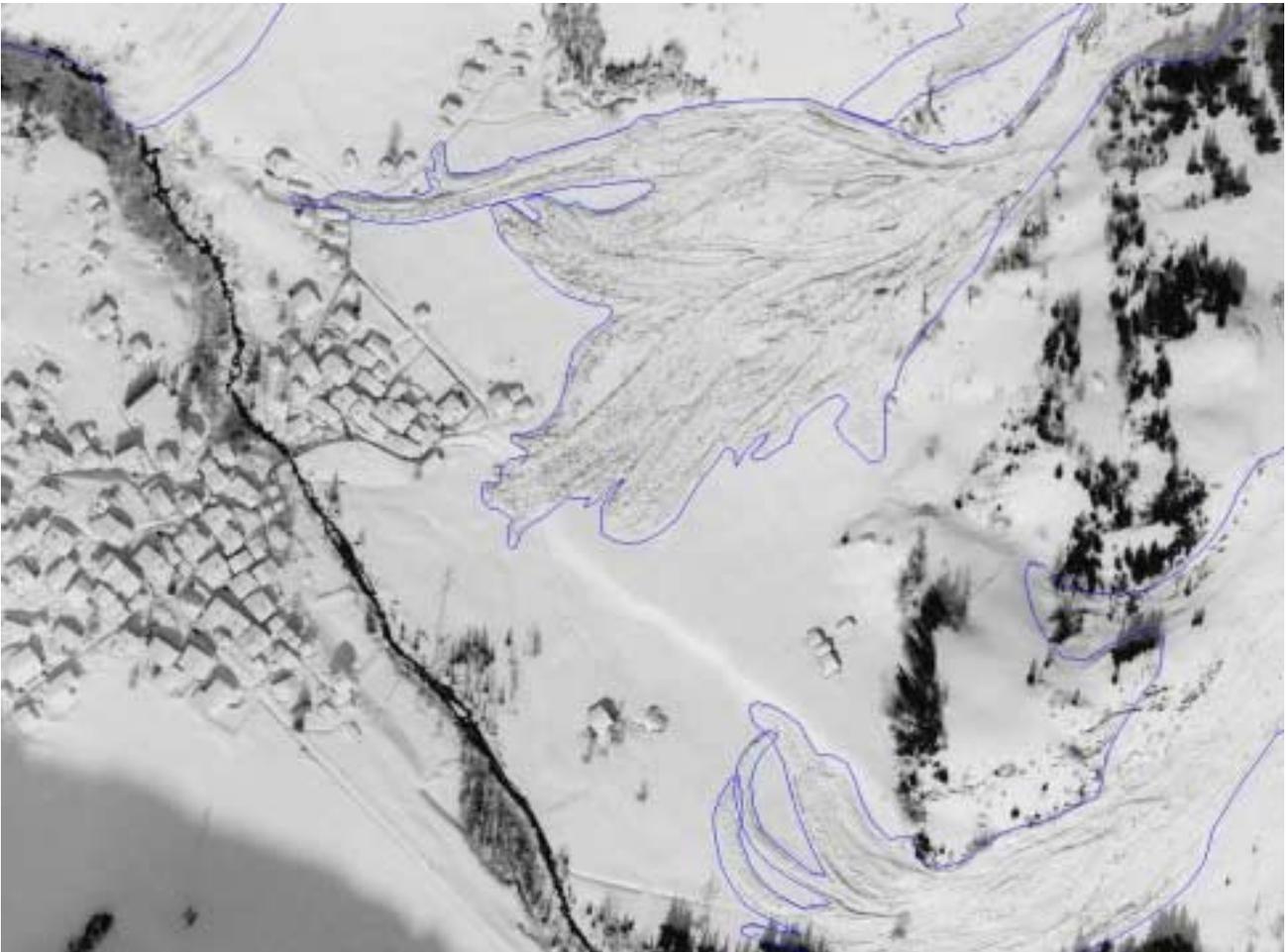
Mit der FLOTRON AG in Meiringen wurde im Juni 1999 ein Vertrag zur Herstellung digitaler Orthofotos mit folgenden Leistungen abgeschlossen:

- Scannen der schwarzweiss Luftbilder mit Pixelgrösse 0.5 m,
- Herstellung digitaler Orthofotos,
- Mosaikierung zu Files gemäss Blatteinteilung Uebersichtsplan UP 5 des kantonalen Vermessungsamtes,
- Lieferung der Orthofotos auf CD.

Die Lieferung erfolgte laufend und ermöglichte somit eine zeitgerechte Weiterverarbeitung bei der Abteilung Naturgefahren (verstärkt durch Mitarbeiter der Stabsabteilung des Amtes für Wald). Das Auswertungskonzept sah wie folgt aus:

- Digitalisieren der Grenzen aller sichtbaren Lawinen am Bildschirm als geschlossene Polygone.
- Ueberprüfen der Topologie, Korrektur von logischen Fehlern.
- Vergleich mit den auf den (StorMe-) Formularen gemeldeten Lawinenereignissen; Digitalisieren der fehlenden Flächen.
- Kontrolle, ob alle von der Gebäudeversicherung gemeldeten Lawinenschäden an Gebäuden innerhalb der digitalisierten Flächen liegen; Ergänzung fehlender Polygone.
- Kontrolle, ob alle von den Waldabteilungen gemeldeten Lawinenschäden an Wäldern innerhalb der digitalisierten Flächen liegen; Ergänzung fehlender Polygone.

Beispiel Guttannen: Orthofoto mit digitalisierten Lawinenumrissen.



Ergänzend zu den Luftbildern hat die schweizerische Luftwaffe mit zwei Flugzeugen Gebiete mit besonderer Lawinenaktivität mit handgehaltenen Kameras fotografiert; als Produkt entstanden Farbfotos von Schrägaufnahmen. Von grossem Wert sind insbesondere die so entstandenen qualitativ hochwertigen Bilder der Anrissgebiete von Lawinen und Aufnahmen von Lawinenverbauungen (vgl. sep. Kapitel).

Beispiel: Bietenhorn mit Anrissgebiet der Staubbachlawine (© Schweizer Luftwaffe):

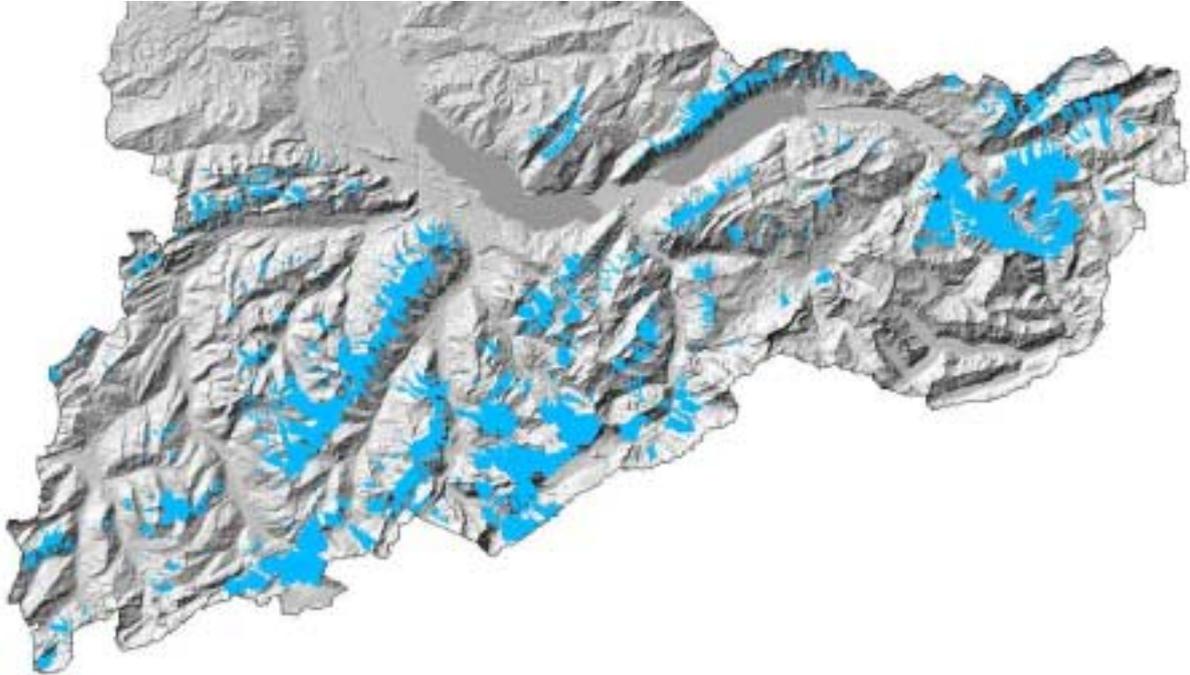


Staublawine vom 25.2.1999 (© Markus Feuz, Restaurant Winteregg, Mürren)



### 4.3 Lawinenniedergänge

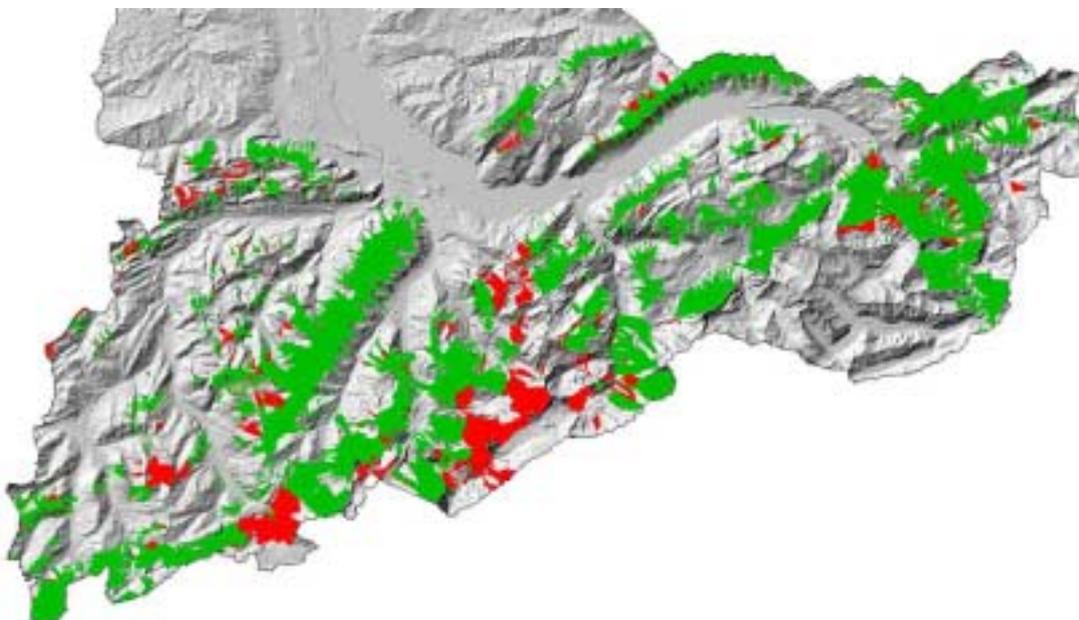
Mit dem im vorangehenden Kapitel beschriebenen Verfahren wurde weitgehend sichergestellt, dass im Lawinenkataster 1999 sämtliche gemeldeten sowie die auf den Luftbildern erkennbaren (Schaden-) Lawinen erfasst wurden. Der Aufwand bei der Abteilung Naturgefahren betrug insgesamt 500 Stunden. Auf der folgenden Karte sind alle erfassten Lawinen dargestellt:



Die Fläche des "Lawinenkatasters 1999" beträgt rund 367 km<sup>2</sup>, was rund 60 % des Katasters vor dem Winter 1998/99 entspricht. Konkret heisst das, dass in einem grossen Teil der bekannten Lawinenzüge im Februar 1999 Ereignisse aufgetreten sind.

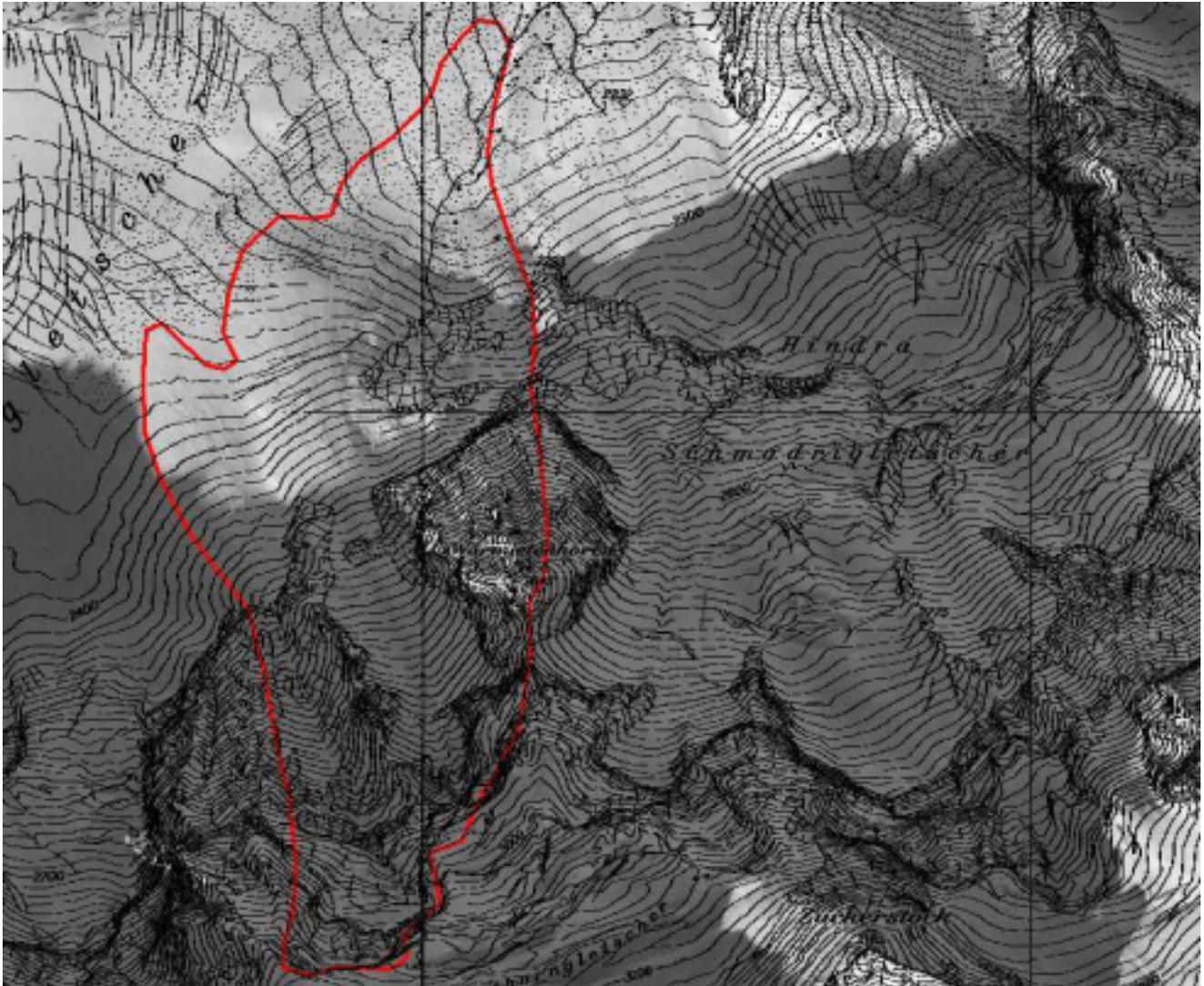
Es handelte sich dabei – insbesondere im Oberhasli - mancherorts um "Jahrhundertlawinen", anderorts um Ereignisse "normalen Ausmasses". Viele gefürchtete Lawinenzüge entluden sich trotz der enormen Schneemassen nicht oder nur portionenweise, so zum Beispiel die Niesenkette im Raum Frutigen.

Die gegenüber dem bisherigen Kataster (grün) "neuen" Flächen (rot) weisen eine Gesamtfläche von 127 km<sup>2</sup> auf, was einer Zunahme um 20 % entspricht.



Der grösste Teil davon befindet sich im Hochgebirge, von wo in der Vergangenheit kaum Meldungen eingegangen sind; dank der Luftbilder vom Februar 1999 konnte erstmals systematisch und fast flächendeckend kartiert werden.

Beispiel Breithorn-/Schmadrigletscher:



In einigen bekannten Lawenzügen sind Ereignisse aufgetreten, die deutlich über die bisher registrierten Wirkungsbereiche hinausflossen (insbesondere in den Gebieten Reusch-Pillon und Innertkirchen-Guttannen).

## 5. Lawinenschäden

### 5.1 Personen und Tiere

In der Nacht vom 7./8. Februar 1999 riss am Tschuggen in Wengen völlig unerwartet eine riesige (Staub-) Lawine an, die in der Sturzbahn grosse Waldschäden anrichtete und anschliessend das Café Oberland zerstörte. Das Besizererehepaar verlor bei diesem tragischen Unglück das Leben.

Im Gegensatz zu den Anrissgebieten am Männlichen hatten sich im steilen Einzugsgebiet der Chläbischopflauai offenbar lokal enorme Triebsschneemassen angesammelt, die zu diesem Ereignis führten.

Das Unglück hat im ganzen Berner Oberland grosse Betroffenheit ausgelöst. Dadurch wurde die Bevölkerung für die Beachtung der Lawinengefahr sensibilisiert und sicher auch die Akzeptanz für angeordnete Evakuationen und Sperrungen von Verkehrswegen erhöht.

In der Folge waren keine weiteren Lawinenopfer zu beklagen.

In der Nacht vom 23. Februar 1999 stiess die Holderlilauai in Guttannen als Flieslawine weit über den bisher registrierten Wirkungsraum vor und verursachte Schaden an landwirtschaftlichen Gebäuden, Wald und Flur. Sie zerstörte einen Stall und begrub dabei 3 Kühe, 7 Stück Galtvieh und 25 Hühner unter sich; einzig 8 Hühner überlebten. Im übrigen Berner Oberland wurden keine Verluste von Vieh und Haustieren gemeldet.

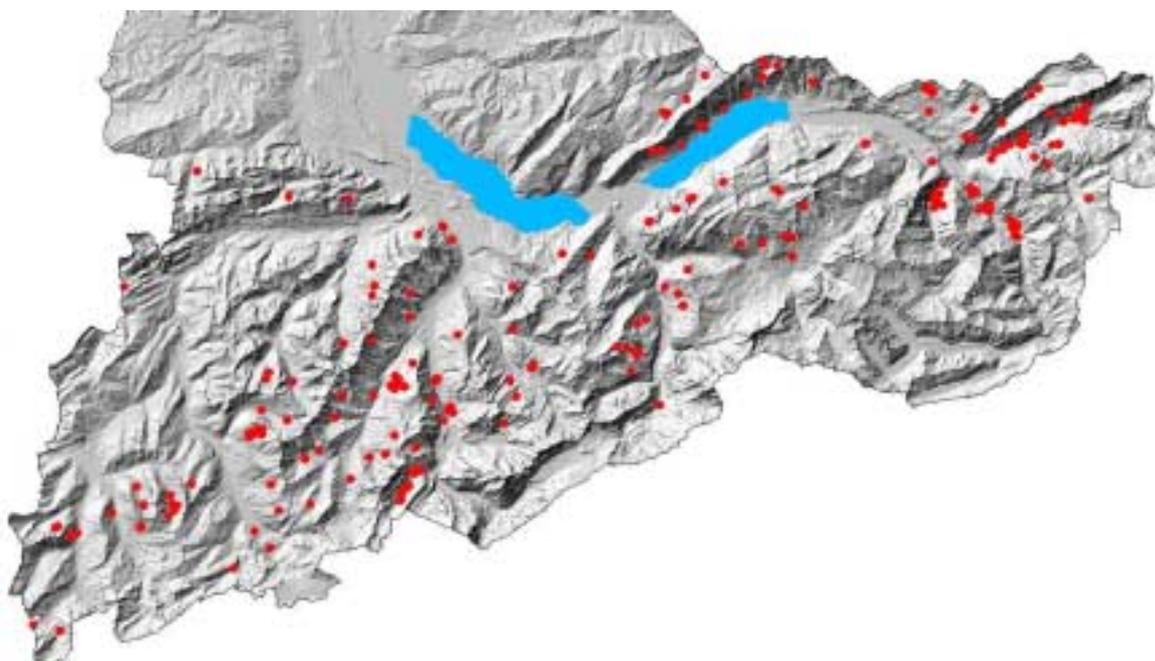
Die Lawinen und die enormen Schneemengen haben auch dem Wild stark zugesetzt. Nach Auskunft von Wildhüter Ruedi Fuchs fielen allein am Brienergrat 150 Gämsen, 110 Rehe und 55 Tiere der Steinbockkolonie Brienerrothorn-Augstmatthorn dem Winter zum Opfer. Im Spätigraben bei Oberried wurden 12 Gämsen in einer Lawine gefunden.

### 5.2 Gebäude

Die Daten für die folgenden Auswertungen konnten bei der Gebäudeversicherung des Kantons Bern (GVB) bezogen werden; die einzelnen Schäden wurden bei der Abteilung Naturgefahren mit Koordinaten versehen.

Insgesamt wurden im Winter 1998/99 im Berner Oberland 315 Gebäude durch Lawinen beschädigt oder zerstört. Dazu kommen noch rund 2800 Schneedruck-Schäden infolge der enormen Auflast durch die natürliche Schneeablagerung, die aber nicht Bestandteil dieses Kapitels sind.

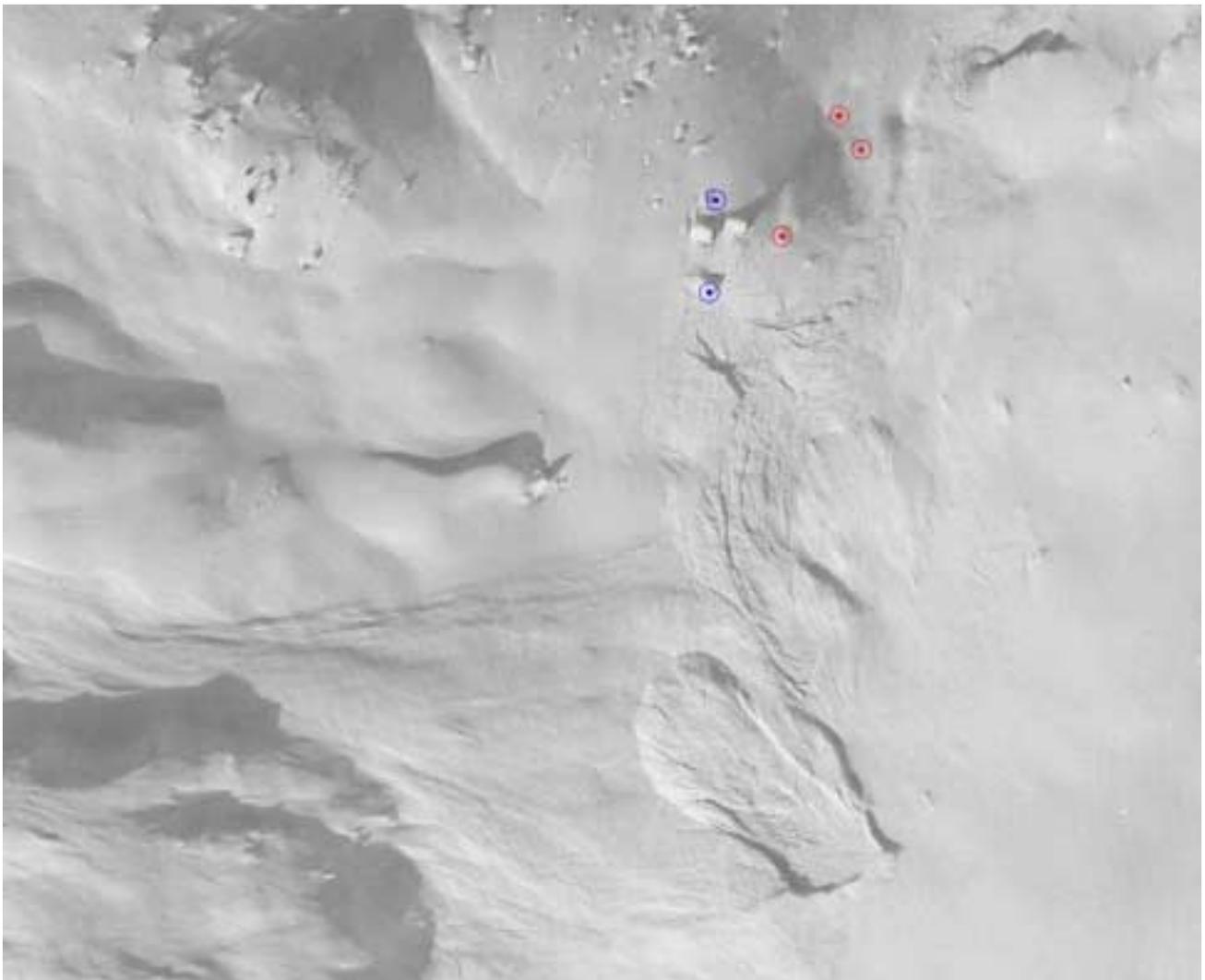
Die folgende Karte zeigt die geografische Verteilung der Lawinenschäden an Gebäuden:



Die Schäden sind über das ganze Oberland verteilt, wobei gewisse Schwerpunkte deutlich erkennbar sind (von Westen nach Osten):

- Turbachtal/Turnels
- Albristmeder/Färmel
- Usser Achseten/Achsetberg
- Inner- und Usser Ueschene
- Blumental/Mürrenberg/Engital
- Urbachtal
- Urweid/Boden/Guttannen
- Nessental/Gadmen/Obermad

Der folgende Ausschnitt eines digitalen Orthofotos zeigt das Schadengebiet "Uf der Egge" im Inner Ueschene. Eine riesige Staublawine löste sich am Vordere Lohner, stürzte hinunter ins Haupttal, schlug 40 Höhenmeter über dem Alpbach im Gegenhang ein, drehte rechtwinklig ab und zerstörte auf ihrem Weg talauswärts drei Alphütten (rot) und beschädigte weitere zwei Hütten (blau):



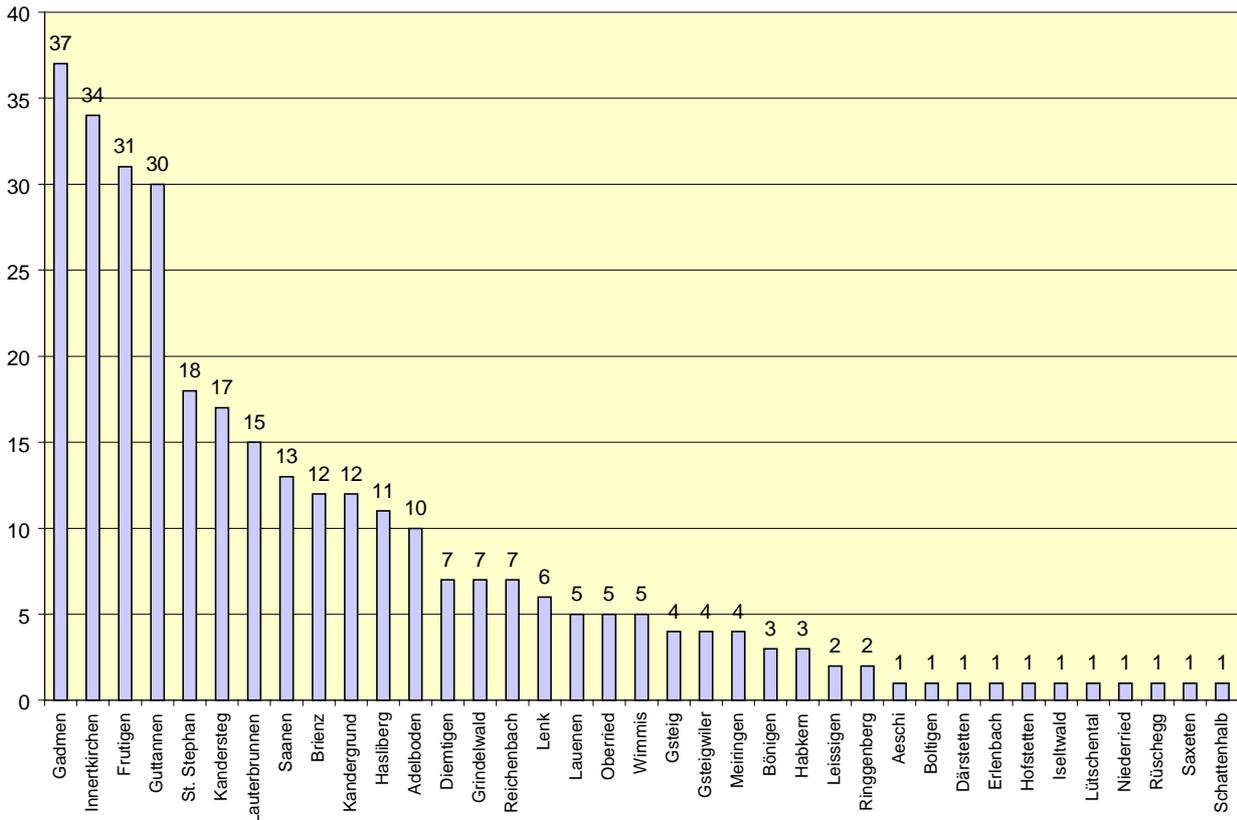
Das Bild der Zerstörung präsentierte sich Ende Mai 1999 wie folgt:



Die Trümmer verteilen sich auf eine Länge von über 400 m

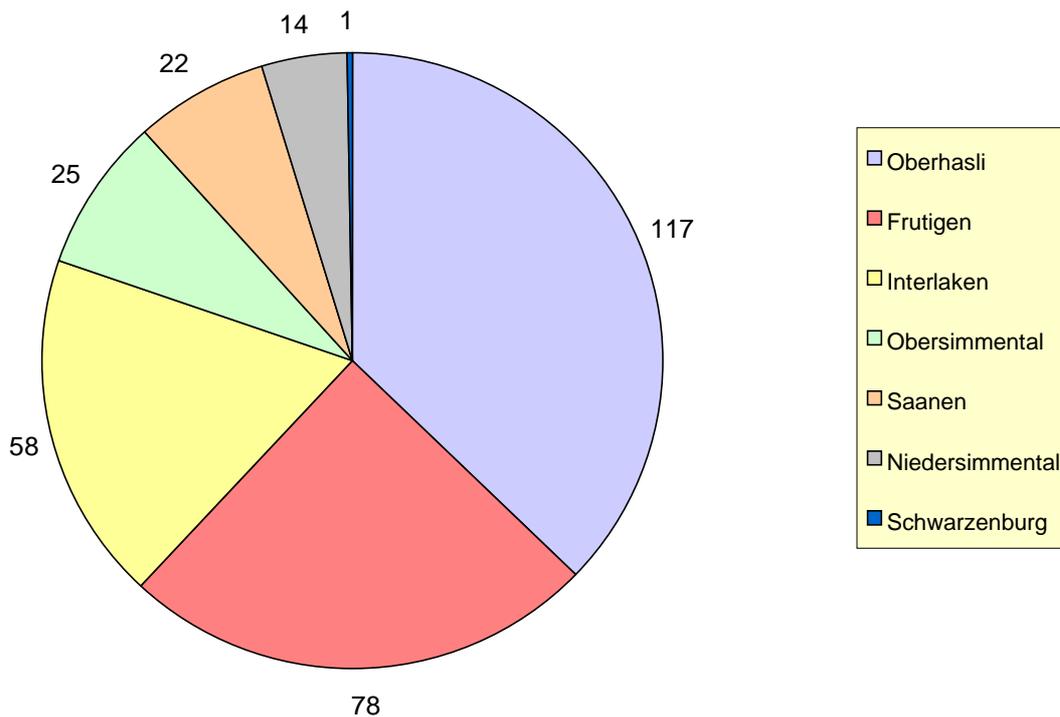


Gebäudeschäden entstanden in insgesamt 37 Gemeinden, wobei die Verteilung wie folgt aussieht [Anzahl beschädigte Gebäude]:



In den vier Gemeinden Gadmen, Innertkirchen, Frutigen und Guttannen sind insgesamt 132 Schäden aufgetreten, was einem anzahlmässigen Anteil von 42 % aller Gebäudeschäden entspricht. In 11 Gemeinden war jeweils nur ein einziges Gebäude betroffen.

Das folgende Kreisdiagramm zeigt die Verteilung nach Amtsbezirken:



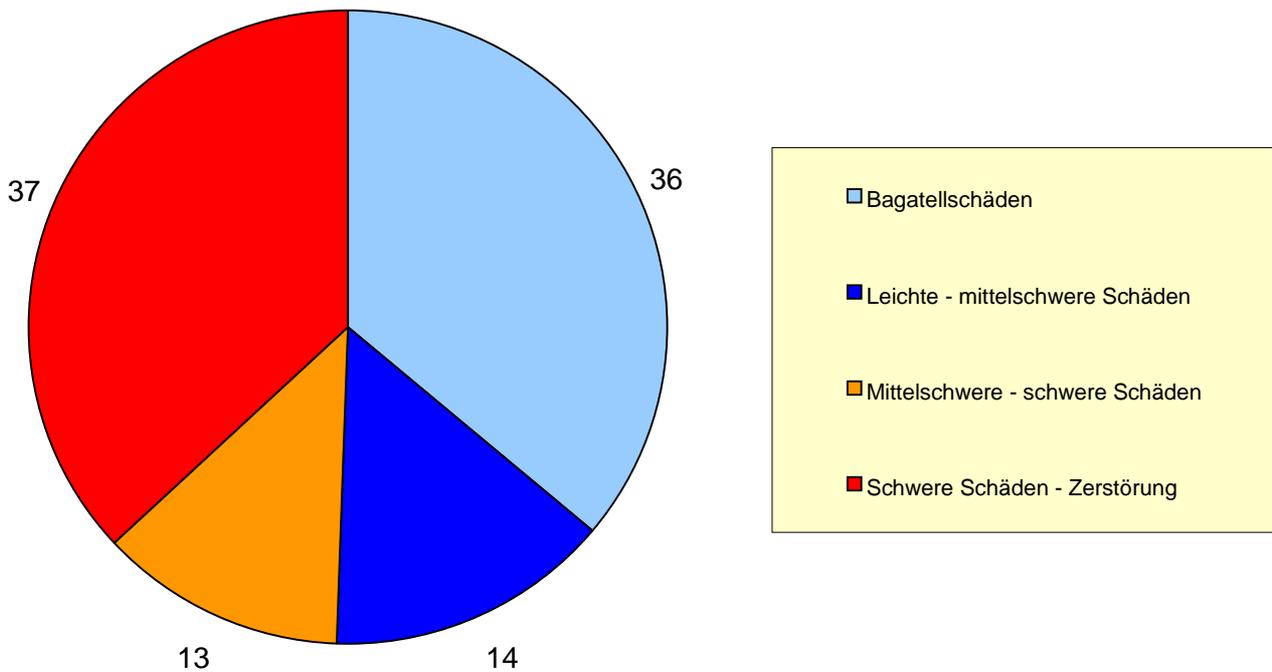
Die Schadensschwerpunkte verteilen sich auf die Bezirke Oberhasli (37 %), Frutigen (25 %) und Interlaken (18 %).

Das Ausmass der Schäden an den einzelnen Objekten kann aus dem prozentualen Verhältnis der Schadenssumme zum versicherten Wert abgeleitet werden. Dazu wurden die folgenden Kategorien gebildet:

“Zerstörungsgrad“

Bagatellschäden	< 10 %
Leichte – mittelschwere Schäden	10 – 33 %
Mittelschwere – schwere Schäden	33 – 66 %
Schwere Schäden – Zerstörung	> 66 %

Die Verteilung der Gebäudeschäden nach ihrem Ausmass sieht wie folgt aus [Angaben in %]:



Die gesamte Schadenssumme beläuft sich auf rund Fr. 15.4 Mio; der durchschnittliche Schaden pro Gebäude beträgt Fr. 49'000.--, der mittlere Grad der Zerstörung 30 %. Aufgrund dieser Zahlen ist der Winter 1998/99 ganz klar in die Reihe der extremen Schadenwinter einzureihen.

Da Wiederaufbauten nach Zerstörung durch Naturereignisse baurechtlich gleich beurteilt werden wie Neubauten, durften zerstörte Alphütten nur mit dem Nachweis des alp-/landwirtschaftlichen Standortzgangs am gleichen Ort erneut aufgebaut werden. Zum Schutz vor erneuter Zerstörung durch Lawinen wurden die neuen Hütten auf die zu erwartenden Lawinenkräfte dimensioniert.

Beispiel: neue, geschützte Alphütte in Adelboden (Lurnig):



Die geschnitzten Inschriften an den Fassaden der neuen Hütten werden die Erinnerung an den Lawinenwinter 1998/99 über Generationen wach halten, wie zwei Beispiele aus dem Ueschinetal zeigen:



Zusätzlich zu den Lawinenschäden verursachten die extremen Belastungen durch den natürlich abgelagerten Schnee Schäden im Umfang von ebenfalls gegen Fr. 15 Mio. an insgesamt 2'800 Gebäuden.

### 5.3 Schäden an Bahnen und touristischen Anlagen

Da sich touristische (Transport-) Anlagen zu einem grossen Teil in den steilen Gebirgsregionen befinden, sind sie gegenüber Lawinenergebnissen besonders exponiert.

Das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) hat nach dem Lawinenwinter 1998/99 die Kantone beauftragt, den Bedarf von Sonderbeschlüssen und Sondermassnahmen zu erheben. Zu diesem Zweck hat das Amt für öffentlichen Verkehr des Kantons Bern nach Absprache mit der Abteilung Naturgefahren im Juli 1999 die Betreiber von touristischen Transportanlagen aufgefordert, die durch Lawinen entstandenen Schäden zu melden.

Betroffen waren die folgenden Unternehmen und Anlagen:

- Meiringen Hasliberg Bahnen: Gondelbahn Bidmi-Mägisalp, Sesselbahn Mägisalp-Häggen, Sesselbahn Bidmi-Käserstatt.
- Sportbahnen Hasliberg-Käserstatt: Sesselbahn Käserstatt-Hochsträss.
- Brienz Rothorn Bahn: Station Planalp, Schoneggalerie.
- Bergbahnen Grindelwald-First: Skilift Schilt, Skilift Egg, Lawinensprengbahn Oberjoch, Lawinerverbauungen Egg.
- Luftseilbahn Wengen-Männlichen.
- Schilthornbahn: Talstation und Sesselbahn Muttleren, Sesselbahn Kandahar, Skilift und Ponylift Engital, Sesselbahn Winteregg.
- Jungfraubahnen: Wengernalpbahn, Bergbahn Lauterbrunnen-Mürren, Schynige Platten Bahn.
- Luftseilbahn Kandersteg-Sunnbüel: Kunstbauten bei der Talabfahrt.
- Glacier 3000: Sesselbahn Oldenegg-Olden.
- SBB Interlaken – Brienz: Minachrilau, Oberried
- BOB: Choleygraben, Lüttschental

Die Schäden waren sehr vielseitig und von unterschiedlichem Ausmass. Besonders erwähnenswert sind sicher die Zerstörung der Station Planalp der Brienz Rothorn Bahn, der Bergstation und 5 Masten des Skiliftes Schilt im Firstgebiet, einer Brücke der Adhäsionsbahn zwischen Mürren und der Grütschalp sowie der Talstation der Luftseilbahn Wengen-Männlichen (vgl. Bild):



Kleinere Schäden betrafen mancherorts Dächer, Türen und Fenster von Stationen, Masten und Seile, Drehkreuze und Skidata-Anlagen, elektrische Leitungen, Kameras für Fernüberwachung, Pistenabschränkungen u.a.m.

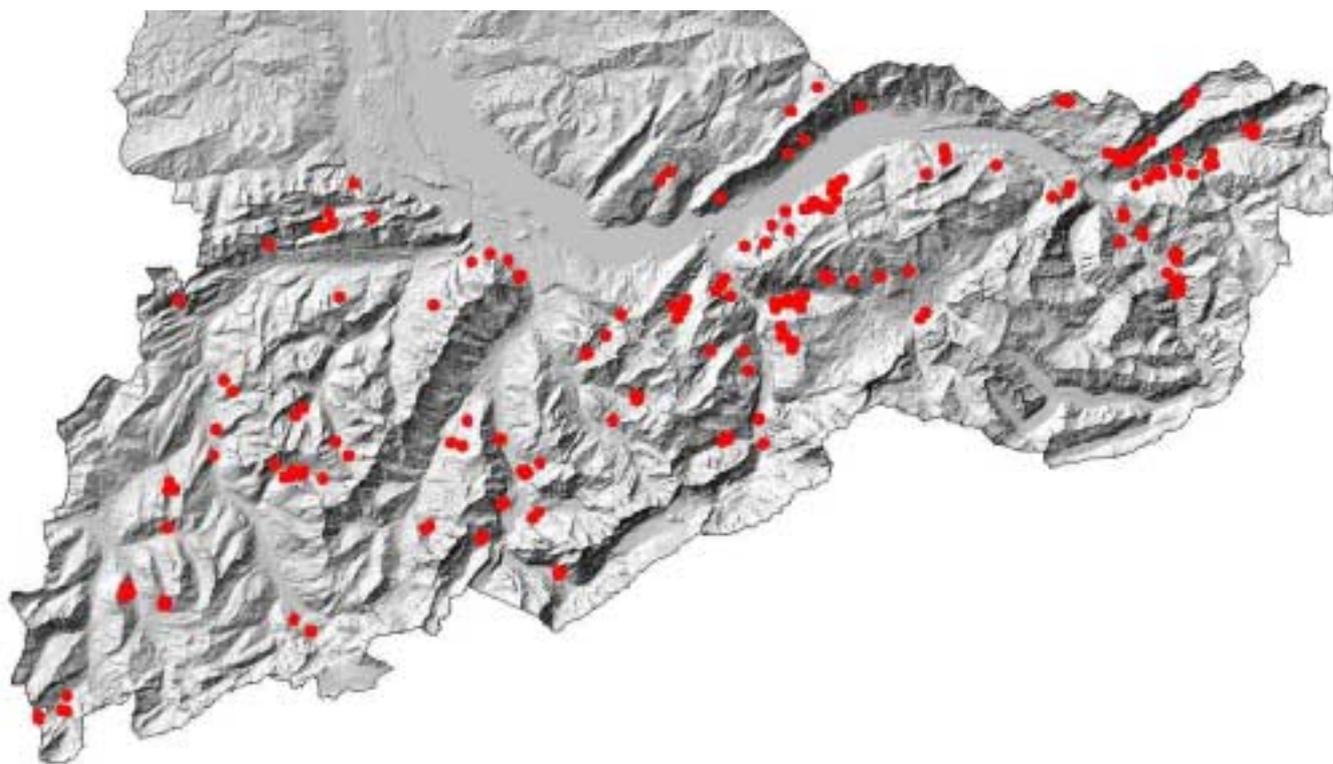
Die direkten Kosten für die Behebung dieser Schäden liegen in der Grössenordnung von 2.5 Mio. Franken.

Im ganzen Oberland hat der schwere Lawinenwinter zudem zu erheblichen Schäden an Wanderwegen geführt; deren Instandstellung hat ebenfalls erhebliche Kosten verursacht, die jedoch für diesen Bericht nicht ermittelt wurden.

#### 5.4 Waldschäden

Die ausserordentlichen Verhältnisse im Februar 1999 haben dazu geführt, dass einerseits sehr seltene Lawinen oberhalb der Waldgrenze angerissen sind und in darunterliegenden Wäldern Schäden angerichtet haben, andererseits haben bekannte Lawinen ihre bisherigen Sturzbahnen verlassen und dabei ebenfalls Waldschäden verursacht. Insbesondere in Runsenlawinen haben Mehrfachniedergänge dazu geführt, dass Grabenprofile völlig ausgefüllt waren und Folgelawinen dadurch sehr leicht seitlich ausbrechen konnten.

In der folgenden Darstellung sind die von den regionalen Waldabteilungen gemeldeten Schadenorte dargestellt:



Die Waldschäden verteilten sich auf das ganze Berner Oberland. Die gesamte Schadenfläche betrug rund 300 ha mit einer Holzmenge von etwa 48'000 m<sup>3</sup>.

Ein ausgesprochener Schwerpunkt befand sich in den Gemeinden Innertkirchen, Guttannen und Gadmen; allein in diesen drei Forstrevieren zerstörten Extremlawinen 115 ha Wald und 18'500 m<sup>3</sup> Holz.

Innertkirchen-Urweid: durch "Jahrhundertlawine" vom Bänzlaustock/Blattenalp zerstörter Schutzwald oberhalb Aelauenen:



Weitere stark betroffene Gemeinden waren Hasliberg, Schattenhalb, Bönigen, Saxeten, Gündlischwand, Grindelwald, Lauterbrunnen, Aeschi, Wimmis, Kandergrund, Kandersteg, St. Stephan, Lenk, Lauenen und Gsteig. Rund um den Niesen wurden 12 ha Wald (2'500 m<sup>3</sup> Holz) zerstört; im Raum Gsteig/Reusch 1'300 m<sup>3</sup>.

Zusätzlich zu den beschriebenen Lawinenschäden entstanden in vielen Gebieten teilweise massive Schäden durch Schneedruck infolge der enormen Auflast; die Walabteilung Emmental beispielsweise meldete 4'500 m<sup>3</sup> Schneedruckholz.

## 5.5 Flurschäden

Die Ablagerungsgebiete der meisten Lawinen befinden sich auf land- und alpwirtschaftlich genutzten Flächen. Insbesondere in grossen Lawinen führen die Schneemassen oft viel "Fremdmaterial" mit sich, das erst nach der Ausaperung im vollen Umfang zum Vorschein kommt. Es handelt sich dabei in erster Linie um Stämme, Stöcke, Aeste, Schutt und Erdmaterial.

In vielen Fällen mussten diese Flurschäden vor der nächsten Sommernutzung behoben werden. Die Räumungsarbeiten waren sehr aufwendig und entsprechend kostspielig. Die grössten Flurschäden befanden sich in den Gemeinden Innertkirchen, Gadmen, Guttannen, Lütschental und Kandersteg.

Beispiel Urbachtal, Innertkirchen:



Die Räumungsarbeiten sind einerseits von der Abteilung Strukturverbesserungen vom Amt für Landwirtschaft mit Bundes- und Kantonsbeiträgen unterstützt worden (Grobräumung und Sanierung von landwirtschaftlichen Erschliessungswegen), andererseits vom kantonalen und schweizerischen Elementarschädenfonds (Feinräumung, vorwiegend Handarbeit). Die gesamten von diesen Stellen anerkannten Kosten beliefen sich auf rund Fr. 4.3 Mio.

## **5.6 Schäden an Infrastruktur**

Die vielen Lawinen haben an vielen Orten Schäden an Infrastrukturanlagen wie (Forst-) Strassen, Leitplanken, Telefon- und (Stark-) Stromleitungen verursacht. So hat beispielsweise die Elsihornlawine am 8. Februar 1999 in Kandergrund 11 Masten der 16 kV-Leitung zerstört. Im Rahmen dieses Berichtes wurde auf eine systematische Erhebung dieser Schäden verzichtet.

Beispiel: Guttannen/Tschingelmad: zerstörter Mast der KWO-Leitung:



## 5.7 Indirekte Schäden

Neben den direkten Lawinen- und Schneedruckschäden verursachte die ausserordentliche Lage im Winter 1999 – vor allem im Tourismusbereich - auch indirekte Schäden. Besonders betroffen waren die Hotel- und Kurbetriebe, die Parahotellerie, Bergbahnen und Skilifte, aber auch das Gewerbe und der Detailhandel.

Gemäss Logiernächtestatistik des Bundesamtes für Statistik (vgl. "Lawinenwinter 1999", SLF) wurden im Februar 1999 im Berner Oberland gegenüber dem Durchschnitt der Jahre 1994-1998 5.9 % weniger Uebernachtungen registriert. Die Schwankungen zwischen den einzelnen Orten war gross; insbesondere von der "Aussenwelt abgeschnittene" Dörfer waren stark betroffen.

Auf eine umfassende Auswertung wurde im Rahmen dieses Berichtes verzichtet, da solche ohnehin von den Tourismusorganisationen gemacht wurden. Anhand von Beispielen soll das Thema aber mindestens angeschnitten werden.

Grindelwald Tourismus meldete für die letzte Februar- und die erste Märzwoche 1999 eine durchschnittliche Bettenbelegung von 29 resp. 32 %; "normal" für diesen Zeitraum wären 90 – 95%. Zusammen mit den Einbussen bei den Bahnen, dem Gewerbe und den (Berg-) Restaurants werden die Einnahmehausfälle auf rund 19 Mio. Franken geschätzt.

In Grindelwald wurden Gäste und Lebensmittel mit Helikoptern ein- und ausgeflogen:



Als Folge der Sperrung der A8 erlitten die Bahnen in der Region Meiringen Hasliberg bei den Tages- und Feriengästen grosse Einnahmeverluste. Zusammen mit den durch die Lawinengefahr bedingten Betriebseinstellungen wird der Einnahmefall im Tarifverbund auf 1 Mio. Franken geschätzt.

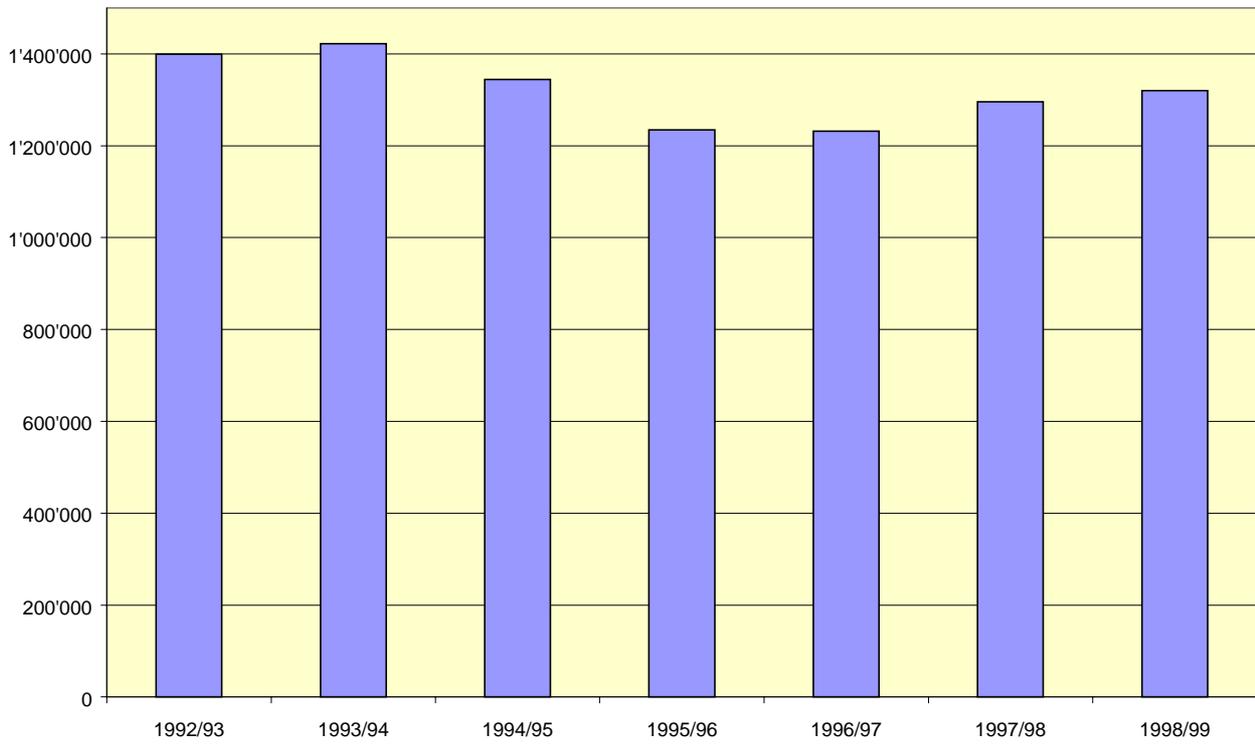
Dem ausserordentlichen Februar war ein ausgezeichnetes Weihnachts- und Neujahrsgeschäft und ein insgesamt deutlich überdurchschnittliches Dezember-Ergebnis vorangegangen. Mit Ausnahme des Februars wurden gemäss Berner Oberland Tourismus in allen Wintermonaten Zuwachsraten festgestellt.

Aufgrund dieser günstigen Ausgangslage fiel die Gesamtbilanz bei den Logiernächten im Berner Oberland für die ganze Wintersaison 1998/99 erstaunlicherweise sogar um 1.8 % besser aus als im Vorjahr.

Berner Oberland Tourismus schrieb dazu:

“Bei aller Freude an der positiven Logiernächteentwicklung muss doch festgestellt werden, dass das Winterergebnis im Rückblick auf die letzten 10 Wintersaisons auf Rang 6 liegt, und dass der Rekordwinter 1980/81 um 10.4 % besser zu Buche steht. Daran hätten auch die rund 26'000 Uebernachtungen, die im Februar aufgrund der Lawinnenniedergänge verloren gingen, nicht viel geändert.“

Statistik der Logiernächte (Winterhalbjahr) im Berner Oberland gemäss Bundesamt für Statistik:



## 6. Integraler Lawinenschutz

Unter dem Begriff "Integraler Lawinenschutz" ist der umfassende Schutz von Menschen, Tieren und erheblichen Sachwerten vor den Einwirkungen von Lawinen zu verstehen. Es versteht sich von selbst, dass eine Extremsituation wie im Februar 1999 von den Verantwortlichen für die Sicherheit nur dann erfolgreich bewältigt werden kann, wenn sie auf diese Aufgabe entsprechend vorbereitet sind.

Der integrale Lawinenschutz beinhaltet planerische, organisatorische, operationelle und bauliche Massnahmen, die in den folgenden Kapiteln behandelt werden.

### 6.1 Lawinenkataster, Lawinengefahrenkarten, Raumplanung

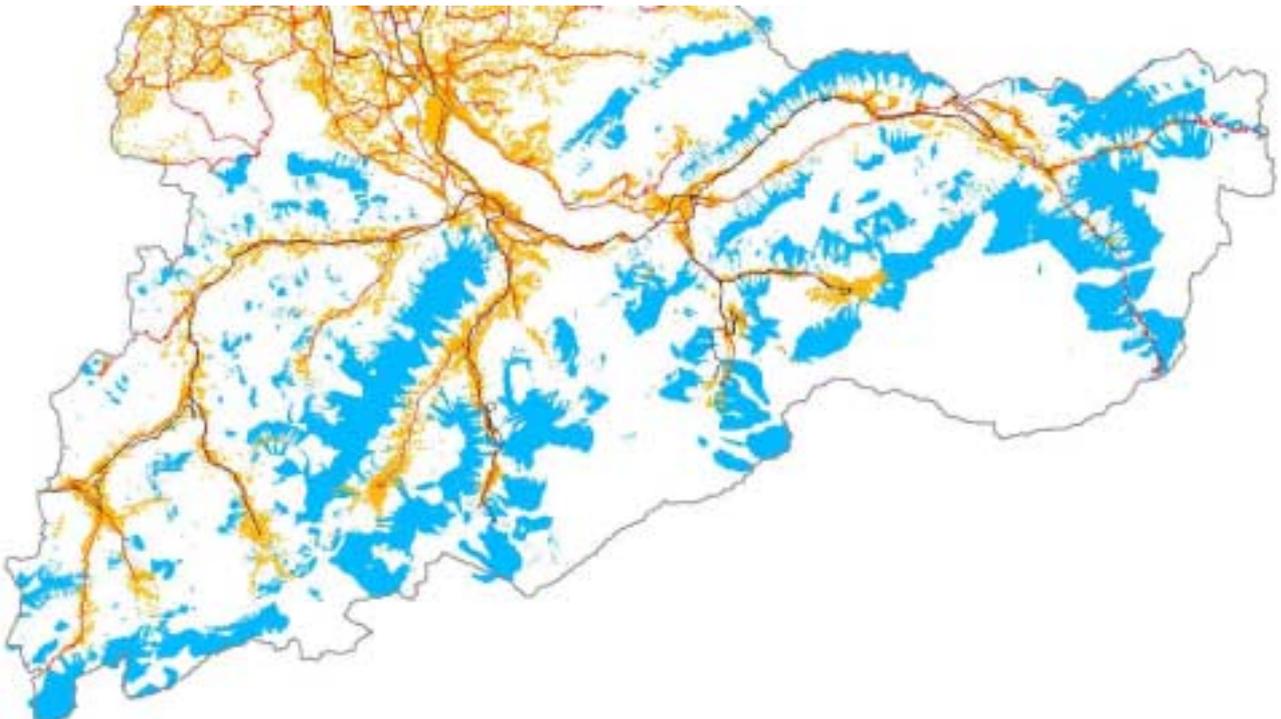
Der wirkungsvollste und zugleich günstigste Schutz vor Lawinen besteht darin, die Lawinengefahr in der Raumplanung konsequent zu beachten. Das Ziel besteht darin, Konflikte zwischen Naturgefahren und wertvollem Schadenpotenzial gar nicht entstehen zu lassen.

Diese Grundphilosophie wird in verschiedenen Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien verbindlich vorgeschrieben, so zum Beispiel im kantonalen Baugesetz vom Juni 1985:

"In Gebieten, in welchen Leben und Eigentum erfahrungsgemäss oder voraussehbar durch Steinschlag, Rutschungen, Lawinen, Ueberschwemmungen oder andere Naturereignisse bedroht sind, dürfen keine für den Aufenthalt von Menschen oder Tieren bestimmte Bauvorhaben bewilligt werden".

Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung ist die Kenntnis der gefährdeten Gebiete. Zu diesem Zweck führt die Abteilung Naturgefahren seit den frühen Siebzigerjahren systematisch den Lawinenkataster, in dem die Lawinenereignisse kartiert und beschrieben sind. In einer ersten Phase wurden retrospektiv die noch eruierbaren früheren Ereignisse aufgearbeitet und seither die neuen Lawinnenedergänge laufend erfasst.

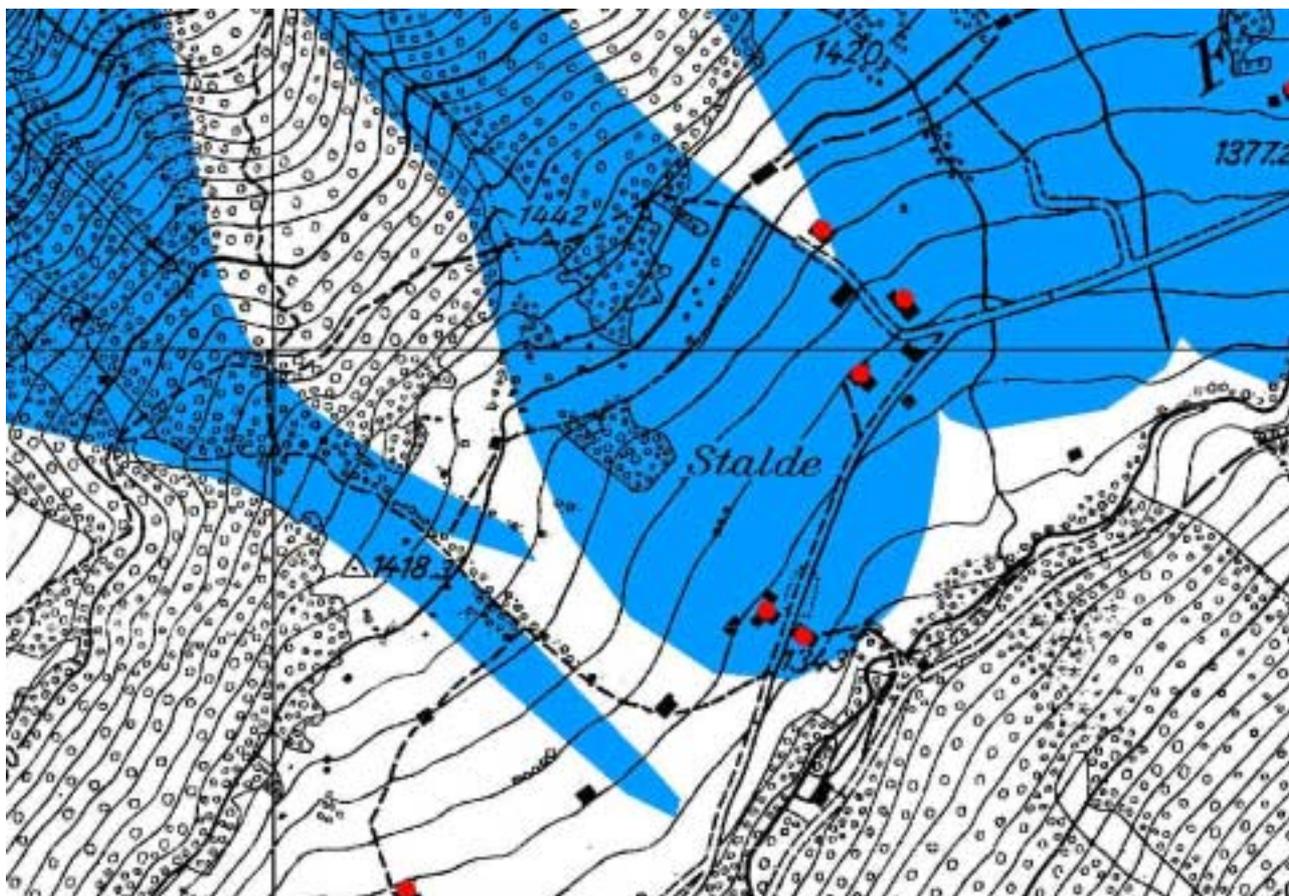
Die folgende Darstellung zeigt den Lawinenkataster (hellblau) Berner Oberland mit den ständig bewohnten Häusern (gelb), den Kantonsstrassen (rot) und den Bahnlinien (schwarz):



Der Kataster beinhaltet vor dem Winter 1998/99 rund 1000 verschiedene Lawinenzüge mit etwa 10'000 registrierten Ereignissen, die in einem geografischen Informationssystem digital gespeichert und auswertbar sind.

Die Ueberlagerung mit dem Schadenpotenzial zeigt, dass vielerorts Konflikte zwischen Naturgefahren und der heutigen Nutzung bestehen.

Beispiel: Ausschnitt aus dem Lawinenkataster (blau), Faermel (rot: ständig bewohnte Häuser):

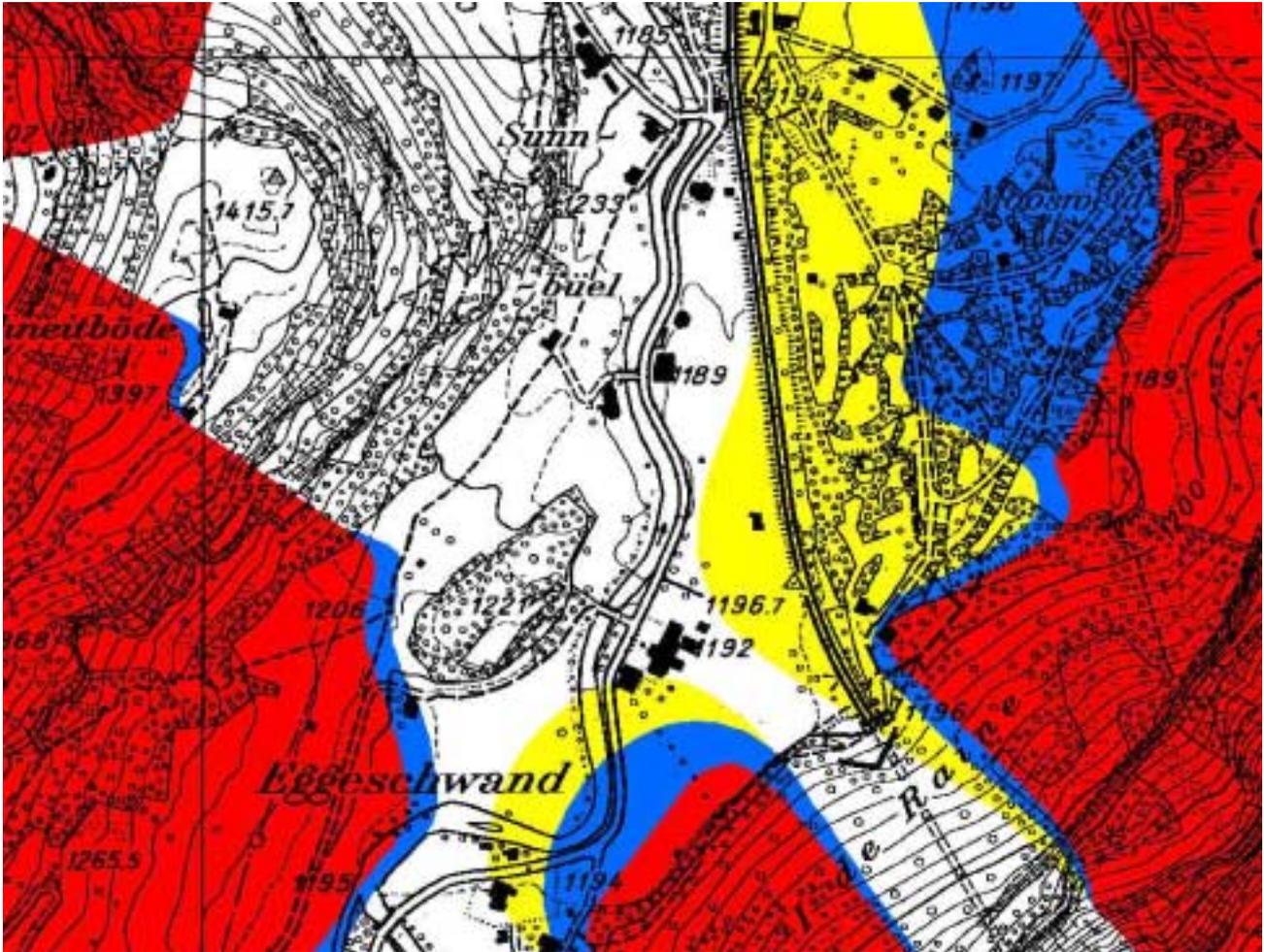


Der Lawinenkataster ist eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung von raumwirksamen Tätigkeiten, da er aufzeigt, welche Gebiete tatsächlich bereits von Lawinen überflossen wurden.

Zusätzlich zu den Katasterkarten wurden in den vergangenen Jahrzehnten in Gemeinden mit besonders grossen Lawinenproblemen Lawinengefahrenkarten ausgearbeitet, in denen aufgrund von Modellrechnungen zusätzlich auch potenzielle Gefahrenggebiete dargestellt werden, die auch sehr seltene Ereignisse (Wiederkehrdauer bis 300 Jahre) berücksichtigen.

Je nach Intensität und Häufigkeit werden gelbe, blaue und rote Gefahrenggebiete unterschieden, wobei rot der stärksten Einwirkung entspricht. In den einschlägigen Richtlinien sind die zu erwartenden Auswirkungen beschrieben.

Beispiel: Ausschnitt aus der Lawinengefahrenkarte Kandersteg:



Die Gefahrenkarten werden systematisch in der Ortsplanungen und bei der Beurteilung von Bauvorhaben berücksichtigt.

Dank Lawinengefahrenkarten und Lawinenkataster konnte in den vergangenen Jahrzehnten die Entstehung von neuem Schadenpotenzial in Gefahrengeländen auf ein Minimum reduziert werden. Bauliche Auflagen bezüglich Dimensionierung auf Lawinenkräfte stellen zudem weitgehend sicher, dass im Ereignisfall nur begrenzter Schaden an Sachwerten entstehen kann.

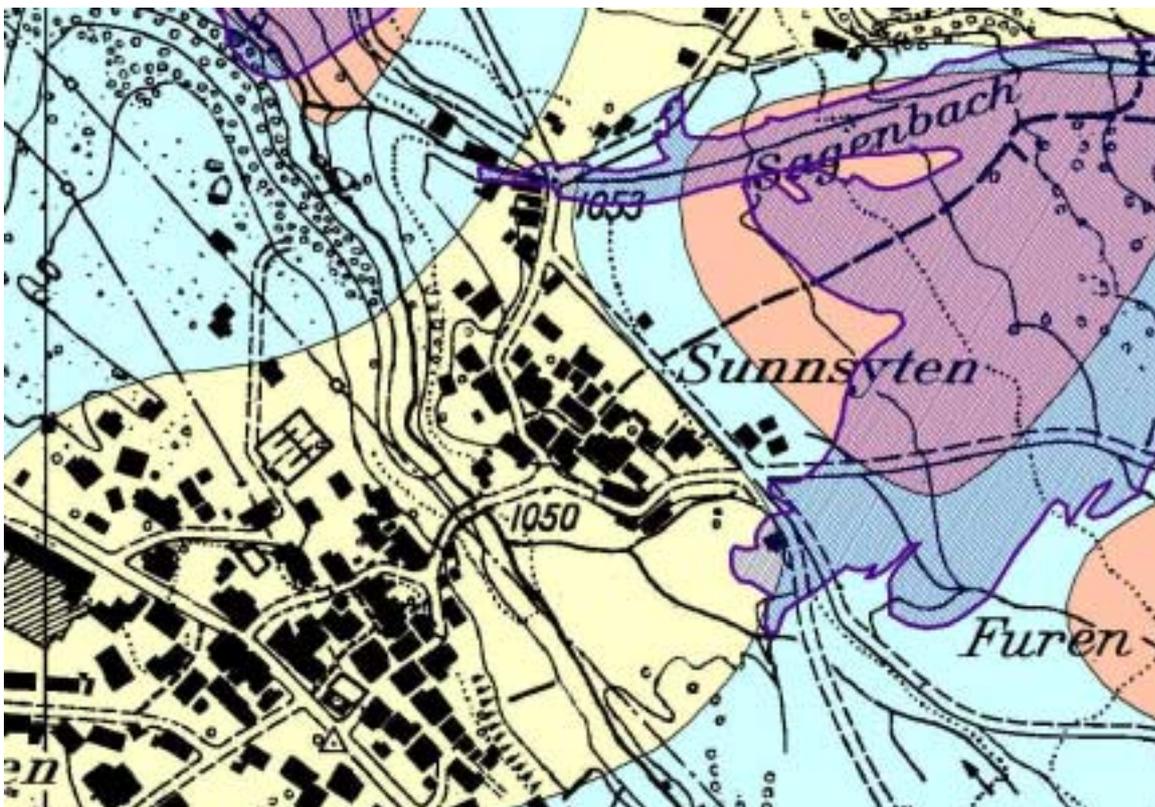
Obwohl im Lawinenwinter 1998/99 nur in wenigen siedlungsnahen Gebieten "Jahrhundertlawinen" niedergingen, konnte aufgrund einzelner Extremereignisse festgestellt werden, dass die bestehenden Gefahrenkarten diese grösstenteils recht gut abbilden.

Ein Beispiel dafür stellt die Holderlilau von Guttannen dar, die als Fließlawine am 23. Februar 1999 weit über das bisher registrierte Ablagerungsgebiet vorgestossen ist. Der Niedergang muss sicher als sehr seltenes Ereignis mit einer Wiederkehrdauer zwischen 100 und 300 Jahren klassifiziert werden.

Das folgende Bild wurde am 25. Februar 1999 von der Schweizer Luftwaffe aufgenommen:



Vergleicht man den Lavinenniedergang (dunkelblau) mit der Lawinengefahrenkarte Guttannen von 1984, zeigt sich, dass einzig zwei Arme in den Randbereichen knapp über das blaue Gefahrenggebiet geflossen sind:

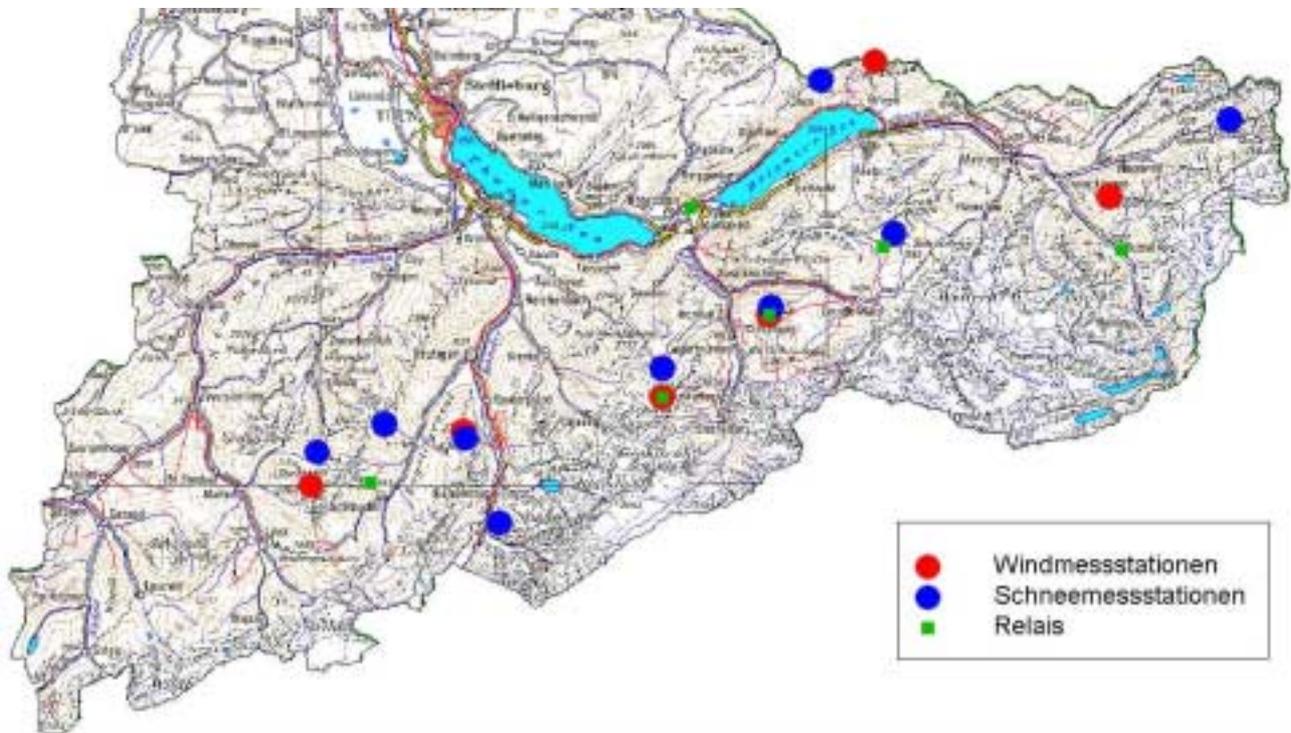


## 6.2 Frühwarnung, automatische Schneemessstationen

Dank der Kenntnisse in der Schnee- und Lawinenforschung sowie der weit entwickelten Sensor-, Kommunikations- und Informationstechnik ist es seit einigen Jahren technisch möglich, Schnee- und Wetterdaten mit automatischen Messstationen kontinuierlich zu messen. Damit ist eine permanente Beobachtung und Einschätzung der Lawinengefahr möglich. Dies ist eine erhebliche Verbesserung gegenüber den bisherigen Methoden, welche auf manuellen Messungen beruhen. Mittels Computerprogrammen können Messdaten gesammelt, durch Visualisierungsprogramme dargestellt und mit Prognosemodellen ausgewertet werden.

Im Rahmen des Projektes "Interkantonales Mess- und Informationssystem für die Lawinenwarnung" (IMIS) wurden unter der Leitung der Abteilung Naturgefahren in enger Zusammenarbeit mit der Gesamtprojektleitung des SLF im Berner Oberland in den Jahren 1996 bis 1998 8 automatische Schneemessstationen und 5 Windmessstationen gebaut.

Das Netz (inkl. SMA ENET-Station Männlichen) präsentierte sich im Februar 1999 wie folgt:



Das östliche und das zentrale Oberland verfügten somit bereits über regionale Daten; im westlichsten Teil des Oberlandes hingegen waren die geplanten Stationen noch nicht gebaut.

Die Krisenzeit im Februar war ein absoluter Härtestest für das neu eingeführte Mess- und Informationsnetz. Der Bewährungsprobe waren sowohl die verschiedenen Sensoren als auch die ganze Datenübermittlung und die Verarbeitung am SLF ausgesetzt. Extrem waren einerseits die Witterungsverhältnisse, andererseits die grosse Nachfrage nach den gemessenen Daten.

Sämtliche automatischen Schneemessstationen im Berner Oberland haben während dieser Zeit ohne Unterbruch die Daten zuverlässig gemessen, und die Abfrage war jederzeit möglich. Den Lawindienstverantwortlichen standen somit durchgehend aktuelle Angaben über die Neu- und Gesamtschneehöhen, Luft- und Schneetemperaturen, sowie Strahlungs- und Luftfeuchte-Verhältnisse in den Lawinenanrissgebieten zur Verfügung, was ihre Entscheidungsfindung wesentlich erleichterte.

Beispiel einer Schneemessstation: Fisi, Kandersteg, 12.2.1999:

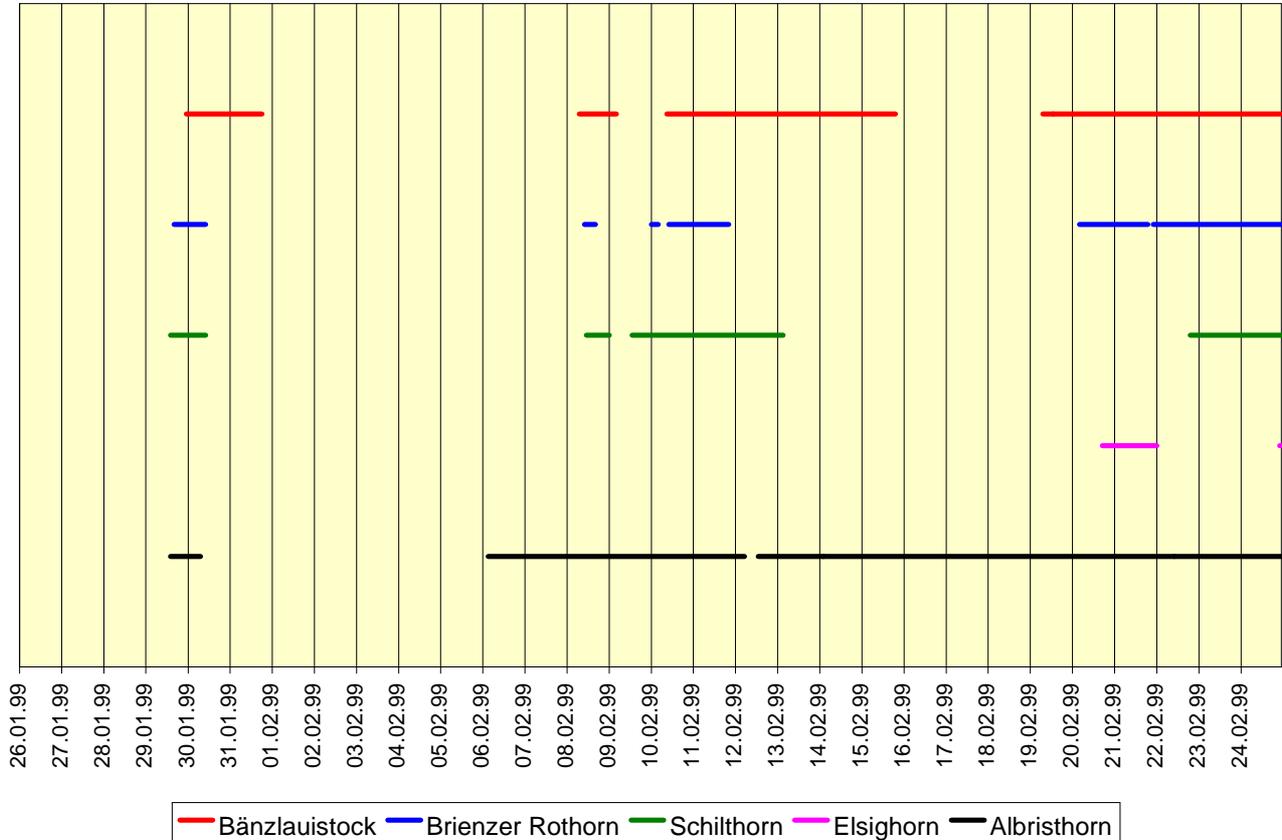


Grössere Probleme traten hingegen erwartungsgemäss bei den stark exponierten Windmessstationen auf den Gipfeln auf. Ein wesentliches Problem bestand in der Bildung von kompakten "Schnee/Eis-Mänteln" im Bereich der Sensoren. Dadurch wurde die Messung der Windrichtungen und Windstärken teilweise über längere Zeit verunmöglicht.

Beispiel Bänzlauistock, Guttannen/Innertkirchen, 25.2.1999:



Die folgende Grafik zeigt für die Zeit vom 26.1. – 24.2.1999, wann welche IMIS-Windstation ausgefallen ist:



Offensichtlich hatte die Windstation auf dem Elsihorn weitaus am wenigsten Probleme; im Gegensatz dazu fiel die nahegelegene Station Albristhorn (Entfernung 12 km) ab dem 6. Februar bis am 3. März 1999 durchgehend aus.

Während gewissen Perioden (maximal 2 Tagen) fielen gleichzeitig bis vier Stationen aus; mindestens eine Station lieferte aber immer aktuelle Daten über die Windverhältnisse. Zusammen mit den Angaben der SMA war somit immer eine Beurteilung der Windverhältnisse möglich.

Insgesamt kann abschliessend festgestellt werden, dass das IMIS-Messnetz im Berner Oberland die Bewährungsprobe im Bereich Schneemessstationen und Kommunikation hervorragend bestanden hat, hingegen bei der Windmessung ganz klar an Grenzen gestossen ist und in diesem Bereich Verbesserungen notwendig sind.

Ebenfalls wichtig ist die Tatsache, dass keine Station durch Lawinen beschädigt oder zerstört wurde.

## 6.3 Organisatorische Massnahmen

### 6.3.1 Evakuationen

Aufgrund der ausserordentlichen Lawinensituation mussten die Verantwortlichen für die Sicherheit der Bevölkerung (Gemeindelawinendienste, Gemeindeführungsorgane) und der Verkehrswege (Bahn- und Strassendienste) viele schwierige Gefahrenbeurteilungen vornehmen und heikle Entscheide fällen; in der gleichen Situation befanden sich die Betreiber von touristischen Anlagen. In unterschiedlicher Intensität waren in der Krisenzeit auch die Bezirksführungsorgane (BFO) in enger Zusammenarbeit mit den vorher genannten Organisationen im Einsatz.

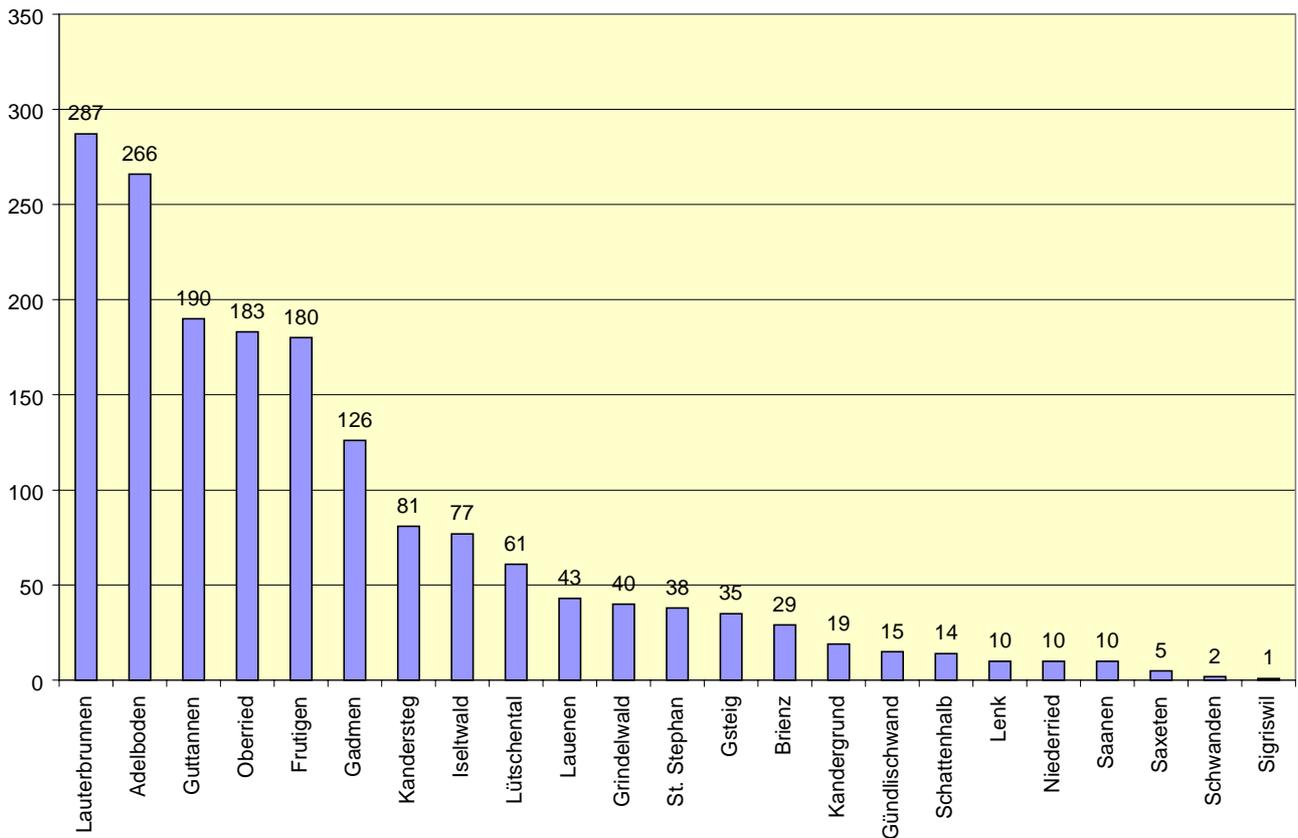
Auf kantonaler Ebene stand die Abteilung Naturgefahren in Interlaken den Organen durchgehend beratend zur Verfügung; auch das kantonale Führungsorgan (KFO) wurde einberufen.

Überall wurden zudem zahlreiche Spezialisten (z.B. Bergführer) mit Spezialaufgaben beauftragt.

Nach dem tragischen Lawinenunglück vom 7./8. Februar 1999 in Wengen waren sich Behörden und Bevölkerung im Berner Oberland bewusst, dass Lawinen auch Siedlungsgebiete bedrohen können.

Die Gemeinden wurden von der Abteilung Naturgefahren mit Lawinenkatasterkarten bedient, die zusammen mit den Lawinengefahrenkarten (vgl. Kap. 6.1) die Hauptgrundlage für die Beurteilung der Gefährdung von bewohnten Häusern bildeten.

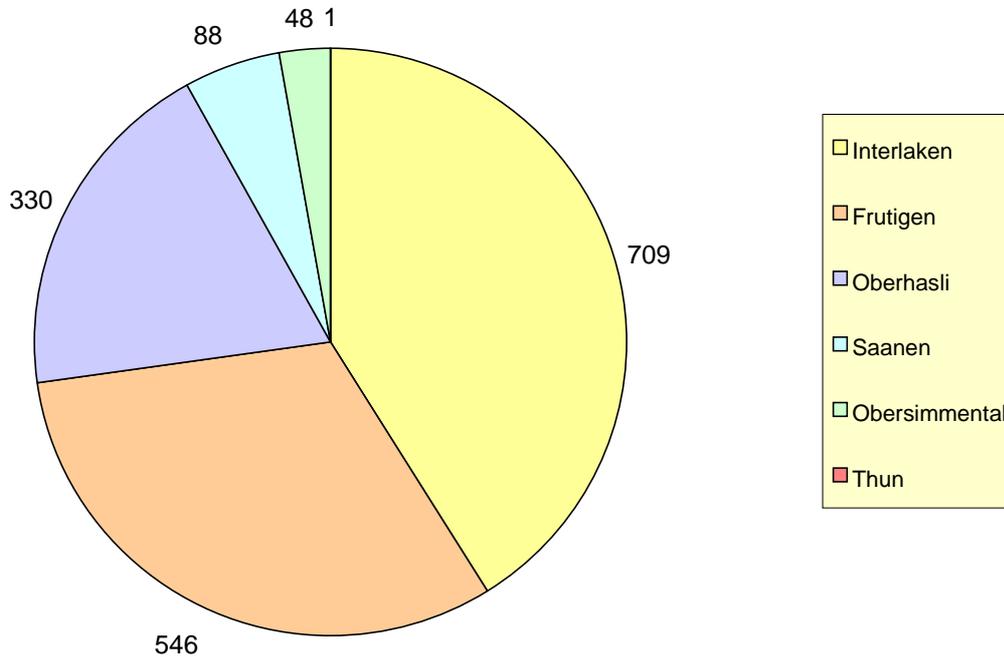
In der Krisenzeit wurden in 23 Gemeinden insgesamt 1722 Personen vorsorglich aus ihren Häusern evakuiert. Die Verteilung sieht wie folgt aus:



Dass die Durchsetzung der angeordneten Evakuationen und die Unterbringung der Leute in sicheren Gebieten für die Gemeinden eine sehr schwierige Aufgabe war, versteht sich von selbst.

In 6 Gemeinden wurden jeweils mehr als 125 Personen evakuiert, in 13 mehr als 30 und nur gerade in 3 weniger als 10. Die Dauer der Evakuationen variierte zwischen 1 und 23 Tagen

Die Verteilung nach Amtsbezirken sieht wie folgt aus:



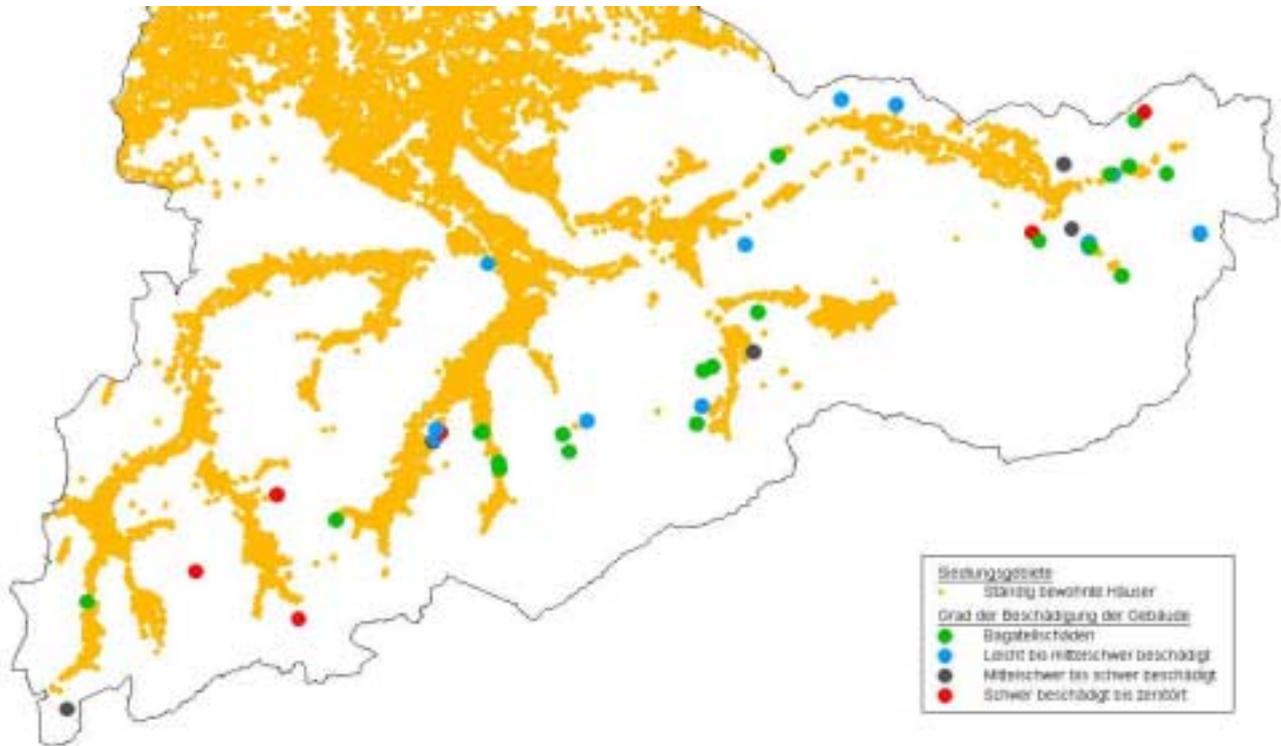
92 Prozent der Evakuationen erfolgten in den drei Bezirken Interlaken (41), Frutigen (32) und Oberhasli (19).

Obwohl mancherorts riesige Lawinen vom Ausmass von "Jahrhundertlawinen" niedergingen, blieben die geschlossenen Siedlungsgebiete im Februar 1999 glücklicherweise vor deren Einwirkung verschont.

Beispiel Oberried: da sich das riesige Einzugsgebiet der Louigraben-Lawine mit mehreren Teilniedergängen entlud, entstand keine Katastrophenlawine. Trotzdem drangen Arme der Fliesslawine bis unmittelbar zum oberen Dorfrand vor:



Gemäss Angaben der Gebäudeversicherung des Kantons Bern traten an 53 Gebäuden der Kategorien Wohnhaus, Wohnhaus mit landw. Betriebsteil oder Wohnhaus mit (Gast-) Gewerbebetrieb Schäden auf. Diese lagen zum allergrössten Teil (weit) ausserhalb der eigentlichen Siedlungsgebiete, wie die folgende Darstellung zeigt:



Gebäudeschäden im ständig bewohnten Gebiet traten in den Gebieten Nesselstal/Gadmen, Boden/Guttannen und Achsetberg/Frutigen auf.

Aufgrund der ausserordentlichen Lawinengefahr, der vielen Lawinenniedergänge und der zahlreichen Lawinenschäden sind die angeordneten Evakuierungen auch im Rückblick als absolut notwendig und gerechtfertigt zu beurteilen. Die Tatsache, dass nach dem Unglück von Wengen keine weiteren Personen in Gebäuden von Lawinen erfasst wurden, stellt den Verantwortlichen ein sehr gutes Zeugnis aus.

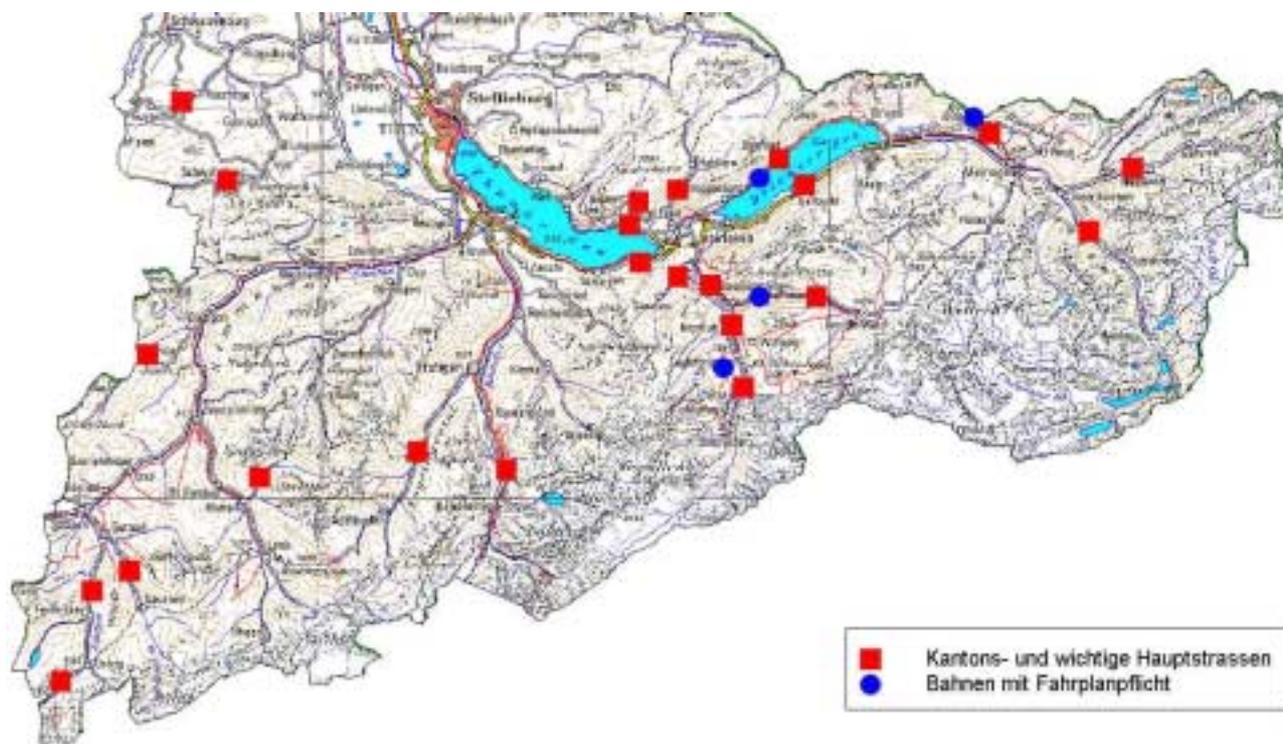
### 6.3.2 Sperrungen von Verkehrswegen

Im Gegensatz zu den räumlich konzentrierten, flächenhaften Siedlungen und Weilern, sowie Einzelhäusern mit lokal sehr beschränkter Ausdehnung sind Verkehrswege ausgesprochen linienförmig und queren daher in verschiedenen Tälern mehrere Lawinenzüge.

Für die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer auf den Kantonsstrassen ist das kantonale Tiefbauamt zuständig, im Bereich der Gemeindestrassen liegt die Verantwortung bei den Gemeinden. Bei den Bahnen sind es jeweils deren Betreiber, d.h. beispielsweise die SBB, BLS, BOB, WAB und die BLM. Da diese Stellen für die Beurteilung der Lawinengefahr unterschiedliche Kenntnisse aufweisen und teilweise keine eigenen ausgebildeten Leute zur Verfügung haben, wurden im Februar 1999 bedarfsweise Spezialisten beigezogen. Zudem fanden Absprachen zwischen den verschiedenen Verantwortlichen statt, so z.B. mit den Gemeinde- und Bezirksführungsorganen und der Abteilung Naturgefahren.

Aufgrund der herrschenden Lawinengefahr mussten verschiedene Verkehrswege zum Teil über längere Zeit gesperrt werden.

Die folgende Karte zeigt die betroffenen Gebiete im Ueberblick:



Die wichtigsten gesperrten Strassenabschnitte (ohne Erschliessungsstrassen innerhalb der Gemeinden) waren von Westen nach Osten:

- Gstaad-Feutersoey-Gsteig-Pillon
- Gstaad Lauenen
- Faermeltal
- Jaunpass-Jaun
- Schwefelbergstrasse
- Ryffenmatt-Gambach
- Frutigen-Adelboden
- Mitholz-Kandersteg
- A8 Umfahrung Därligen
- Beatenbucht-Interlaken
- Unterseen-Beatenberg
- Unterseen-Habkern
- Niederried-Oberried-Brienz
- A8 Interlaken-Brienz
- Wilderswil-Saxeten
- Wilderswil-Zweilütschinen-Lütschental-Grindelwald
- Zweilütschinen-Lauterbrunnen-Stechelberg
- Meiringen-Brünig
- Innertkirchen-Gadmen
- Innertkirchen-Guttannen

Bahnlinien:

SBB Interlaken-Brienz und Brünig, BOB Zweilütschinen-Grindelwald und BLM Lauterbrunnen-Mürren.

Diese Situation hat dazu geführt, dass mehrere Dörfer über längere Zeit von der "Aussenwelt" abgeschnitten waren. Die Versorgung erfolgte zeitweise mit gut überwachten Lastwagenkonvois, zeitweise über Luftbrücken mit Helikoptern ziviler Unternehmen und der Armee. Für die Versorgung von Interlaken Richtung Brienz setzten die BLS auf dem Brienersee die MS Iseltwald ein, die während der Sperrung der A8 über 26'000 Personen und rund 100 t Güter beförderte.

Verschiedene Lawinenniedergänge auf Strassen haben eindrücklich gezeigt, dass die Sperrungen nicht nur gerechtfertigt, sondern unbedingt notwendig waren.

Beispiel Nationalstrasse A8 bei Bönigen/Erschwanden, verschüttet durch die Hengslau:



Beispiel BOB-Linie nach Grindelwald: Verschüttung beim Choleygraben/Lütschentäl:



Die Sperrung der Verkehrswege hat die Behörden und die Bevölkerung vor schwierige Aufgaben gestellt. Erwähnt sei hier neben der vorgängig angedeuteten Versorgung mit Lebensmitteln und andern notwendigen Gütern die Problematik der medizinischen Versorgung, die Betreuung der Tiere in den abgelegenen Ställen, die auswärtige Arbeit (Pendler), die Milchverarbeitung u.a.m. Besonders stark betroffen waren die völlig abgeschnittenen Dörfer Gadmen, Guttannen, Saxeten, Stechelberg, die Tourismusorte Grindelwald und Adelboden sowie weiter westlich im Oberland Faermel, Lauenen und Gsteig.

Viel heikler als die Sperrung der Verkehrswege war für die Verantwortlichen die Entscheidungsfindung für die erneute Oeffnung. Die dritte Stauage hatte nochmals eine Rekordmenge an Neuschnee gebracht, was zu einem erneuten Anstieg der Lawinengefahr auf die Stufe sehr gross führte. Unmittelbar nach den Schneefällen stellte sich wunderschönes Winterwetter ein, und das kurz vor einem Wochenende.

Der Entscheid, die Strassen – insbesondere die Zufahrten zu Tourismusorten - noch nicht zu öffnen, verlangte von den Verantwortlichen grosse Ueberzeugungskraft.

Strassenräumung Innerkirchen-Guttannen, 3.März 1999:



Die Tatsache, dass im Berner Oberland keine Personen auf Verkehrswegen von Lawinen erfasst wurden; stellt den Verantwortlichen ein sehr gutes Zeugnis aus. Trotzdem sei hier nicht verschwiegen, dass da und dort auch etwas Glück im Spiel war, wie sich im Nachhinein herausgestellt hat.

Für die zeitgerechte Verbreitung aktueller Informationen hat sich gezeigt, dass Radio BEO eine sehr wichtige Rolle spielte.

## 6.4 Künstliche Lawinenauslösung

Die künstliche Lawinenauslösung hat zum Ziel, bei Lawinengefahr mögliche Anrissgebiete, Sturzbahnen und Ablagerungsgebiete temporär zu sichern und längere Sperrzeiten zu vermeiden (SLF, L. Stoffel: Schnee und Lawinen, Grundkurs B, Dezember 2000).

Dabei müssen nach L. Stoffel die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

Vorteile:

- Vermeidung von möglichen spontanen Grosslawinen durch die Auslösung mehrerer kleiner Lawinen.
- Geringeres Verschüttungsrisiko von Personen, Verkürzung von Sperrzeiten.
- Durch Sprengungen wird die Schneedeckenstabilität getestet; das Resultat liefert Anhaltspunkte für das Treffen von weiteren Massnahmen.
- Durch die künstliche Auslösung wird ein bestimmter Zeitpunkt für einen Lawinenabgang angestrebt.

Nachteile:

- Bei Lawinenabgängen werden die Sturzbahnen – vor allem in Runsen – aufgefüllt; Folgelawinen können dadurch allenfalls grössere Auslaufstrecken erreichen.
- Durch vorhandene Lawinenablagerungen können Folgelawinen abgelenkt werden und in nicht erwartete Auslaufbereiche vorstossen.
- Der personelle und materielle Aufwand (inkl. Absperrmassnahmen) kann gross sein.

Nach L. Stoffel muss zudem ein nicht zu unterschätzendes Restrisiko beachtet werden:

- Das Ausmass der ausgelösten Lawinen kann wesentlich grösser sein als erwartet und dadurch massive Schäden an Wald, Flur, Gebäuden oder Infrastrukturanlagen verursachen.
- Sprengungen können Fernauslösungen und Sekundärlawinen verursachen.
- Insbesondere bei Handsprengungen bedeuten künstliche Auslösungen oft ein Risiko für die Sprengpatrouillen bei der Arbeit im Gelände.
- Trotz negativer Sprengungen können zu einem späteren Zeitpunkt spontan Lawinen abgehen.

Aufgrund all dieser Ueberlegungen wird das Mittel der künstlichen Lawinenauslösung im Berner Oberland fast ausschliesslich für die Sicherung von Skipisten und touristischen Transportanlagen (z.B. Wengernalpbahn) eingesetzt.

Lawinensprengungen zur Sicherung von Strassen werden nur in Abländschen (Hüsligrabenlauri) und im Bereich Gantrischhütte – Schwefelbergbad (Birehubel) vorgenommen.

Auf künstliche Auslösungen zum Schutz von Siedlungen wird ganz verzichtet; bis vor gut zehn Jahren erfolgten noch Sprengungen (Minenwerfer) am Niesen zum Schutz der exponierten Wohnhäuser in Wimmis.

Im Februar 1999 wurden zwar mancherorts Möglichkeiten der künstlichen Lawinenauslösung diskutiert (beispielsweise Zufahrt Adelboden), aber das Mittel gelangte nicht zur Anwendung, da die entsprechenden Konzepte und Vorbereitungen fehlten.

Die Abteilung Naturgefahren hat eine Umfrage betr. Umfang und Erfolg der künstlichen Lawinenauslösung für Pistensicherungen im Winter 1998/99 durchgeführt und von folgenden Bahnen Rückmeldungen erhalten:

Mägisalp/Hasliberg, Kleine Scheidegg/Männlichen, First, Schilthorn, Engstligenalp, Silleren, Stockhorn und Saanersloch.

Die Befragten gaben an, dass die Sprengungen mehrheitlich aus dem Helikopter und von Hand erfolgten, teilweise mit Sprengseilbahnen.minenwerfer und Raketenrohr kamen kaum mehr zum Einsatz. Bei den Sprengungen wurden insgesamt 6'318 kg Sprengstoff verbraucht; der Auslöseerfolg wurde durchschnittlich mit 60-80 % angegeben.

Dass die künstlich Auslösung von Lawinen auch Schäden verursachen kann, zeigt das folgende Beispiel von Grindelwald im Gebiet Simelihorn-Reeti-Bussalp (Boneralai):



Foto: © Schweizer Luftwaffe,  
26.2.1999



Gebiet Underläger:

Die Lawine zerstörte eine Alphütte, einen Waldstreifen und mehrere Telefonstangen.

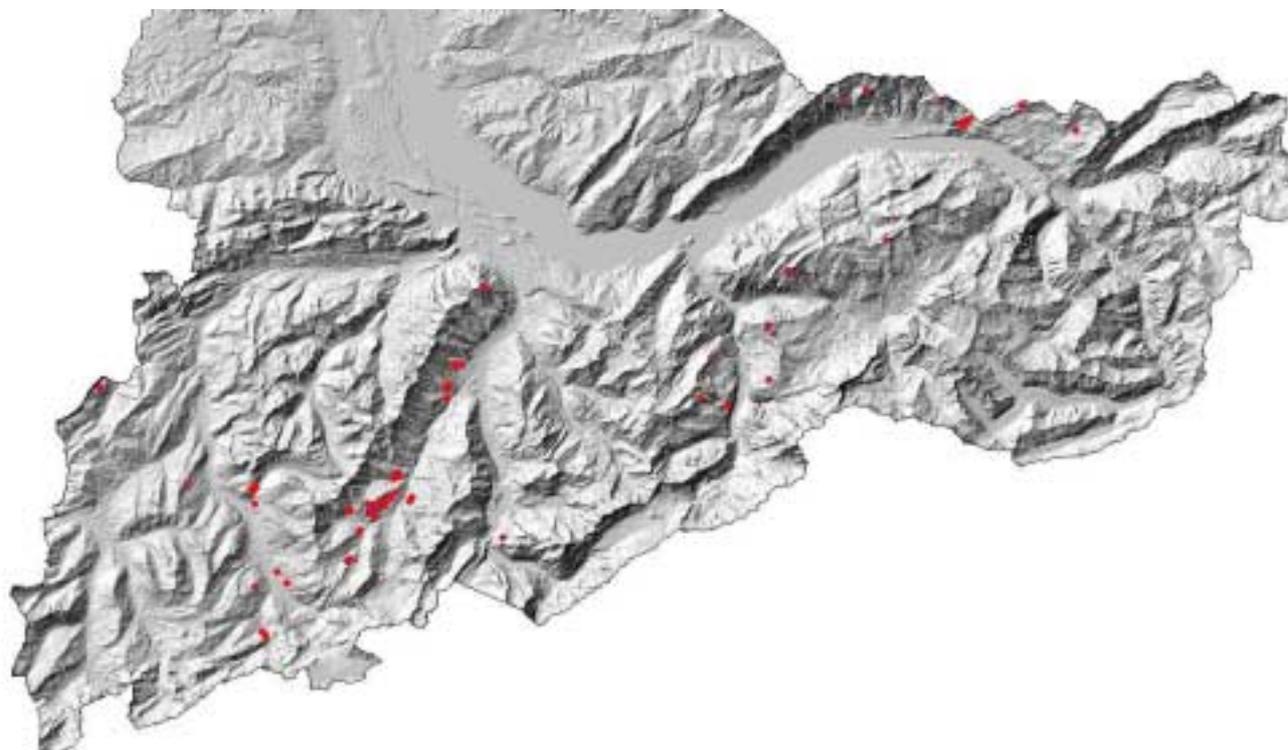
## 6.5 Technische Massnahmen, Lawinerverbauungen

### 6.5.1 Stützverbauungen

Die baulichen Massnahmen bilden eine weitere wichtige Säule im integralen Lawinenschutz. Im Zentrum stehen dabei sicher die Stützverbauungen in den Anrissgebieten, welche die Entstehung von Lawinen durch das Abstützen der Schneedecke verhindern.

Im Berner Oberland wurden seit Mitte der Fünfzigerjahre 125 ha Lawinanrissgebiete mit 50 km Stützwerken verbaut; diese Investitionen entsprechen einem Wert von rund 100 Mio. Franken zu heutigen Preisen.

Die folgende Darstellung zeigt die Lage der Verbauungsprojekte als rote Punkte (dunkelblau, kaum sichtbar die Flächen in Originalgrösse):



Die Stützwerke wurden in ihrer Höhe so dimensioniert, dass sie den "100-jährigen Schnee" problemlos aufnehmen können und nicht überschneit werden.

Mit den ausserordentlichen Schneefällen im Januar/Februar 1999 und den damit verbundenen Schneeverfrachtungen durch den Wind haben viele Lawinerverbauungen ihre Belastungsgrenze erreicht. Ganze Verbauungen waren bis zu den obersten Balken mit Schnee gefüllt und mancherorts waren einzelne Werke oder sogar Werkreihen meterweise überdeckt. Bei weiteren Schneefällen hätten Oberlawinen über den Stützwerken abgleiten, die Verbauungen stark beschädigen oder zerstören und die darunterliegenden Wohngebiete erreichen können.

Aufgrund dieser äusserst prekären Situation wurden in Adelboden und Brienz Siedlungsgebiete, die durch die Verbauungen geschützt werden, vorsichtshalber evakuiert. Glücklicherweise ist nach dem 23. Februar 1999 keine weitere Staulage aufgetreten, und die Schneedecke konnte sich dank der Erwärmung rasch setzen.

Eingeschneite Lawinerverbauungen in östlichen Berner Oberland (Fotos: © Schweizer Luftwaffe, 25./26.2.1999):

Tanngrindel, Brienz



Wilerhorn, Brienzwiler



Das Folgende Bild zeigt eine vollständig überdeckte Schneebrücke in der Lawinerverbauung Bannwald Adelboden:



Beispiele von Verbauungen, bei denen die Grenzen der Belastbarkeit nicht erreicht wurden:

Lütschental, Hintisberg



Lauterbrunnen, Marchegg



In keiner einzigen Lawinenverbauung im Berner Oberland sind Lawinen angerissen, die bedeutende Schäden an der Verbauung oder an darunterliegendem Schadenpotenzial verursacht haben. Das System des Stützverbaus hat sich somit auch in der Extremsituation ausnahmslos sehr gut bewährt.



Lawinenverbauung Tanngrindel, Brienz:

Am 15. März 1999 wurde deutlich sichtbar, dass unterhalb und neben der Verbauung Lawinen angerissen sind.

Innerhalb der Verbauung wurde der Schnee durch die Stützwerke zurückgehalten.

Die ausserordentlichen Belastungen haben gewisse Schäden an einzelnen Werken verursacht, ohne jedoch die Wirkung der entsprechenden Verbauungen insgesamt zu gefährden. Im Rahmen der intensiven Werkkontrolle im Sommer 1999 durch die Abteilung Naturgefahren wurden vor allem die folgenden Schadenbilder an Foundationen und Oberbau festgestellt (auf Details wird an dieser Stelle verzichtet, da ein spezieller Schadenkataster geführt wird):

**Stahlschneebrücken:**

- Krümmungen in 22 Stützen und Druckriegeln (diverse Verbauungen)
- Verbiegen von einzelnen Balken (diverse Verbauungen)
- 2 (Rand-) Werke mit Totalschaden (St. Stephan/Gantlauenen und Brienz/Tanngrindel)
- 27 Ankerbrüche (diverse Verbauungen, insbesondere Wengen/Gratlücke)

**Alu-Stützwerke:**

- Balken und Rechenstäbe: diverse Krümmungen (Niesen/Schwandegg und Tanngrindel)

**Holzschneerechen:**

- 2 Rechenstäbe und 3 Stützen

**Schneenetze:**

- 6 Anker: herausgerissen (Schilthorn/Muttleren)
- 4 Netzkauschen: Seilführung (Lenk/Rotebach, Iffigen/Bärentritt, Adelboden/Schränzisgraben)
- 4 Aluklötzchen: herausgedrückt (Adelboden/Schränzisgraben)



Lawinerverbauung Tanngrindel,  
Brienz:

Durch extreme Auflast und  
Randkräfte geknickte Stützen

**Gleitschneeschutz:**

Durch die extremen Auflasten wurden in diversen Lawinerverbauungen im Berner Oberland insgesamt 127 Dreibeinböcke beschädigt oder zerstört. Die häufigsten Schäden waren herausgerissene Träger und verkrümmte Ankereisen, sowie gebrochene Träger und Stützen.

Die Wiederinstandstellungsarbeiten verursachten Kosten von insgesamt Fr. 365'000.-; darin enthalten sind auch Sanierungsarbeiten, die nicht ausschliesslich durch den Winter 1998/99 begründet sind.

Vergleicht man diesen Betrag mit dem indexierten aktuellen Wert der gesamten Investitionskosten der Lawinverbauungen von rund Fr. 100 Mio., ergibt das einen Anteil von lediglich 0.365 %; der entstandene Schaden ist somit äusserst gering.

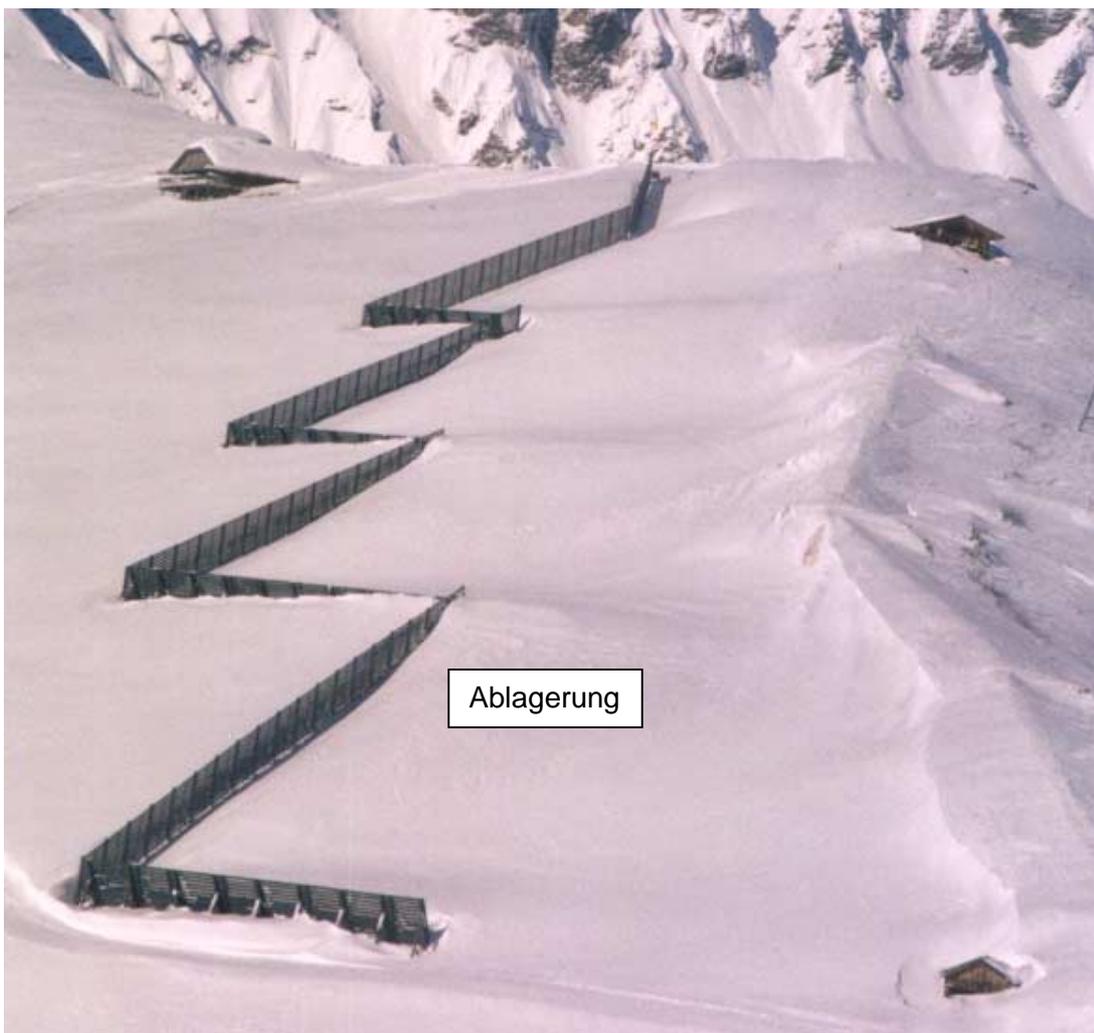
### 6.5.2 Windverbau

Die Windverbauungen haben zum Ziel, den durch den Wind verfrachteten Schnee an einem bestimmten Ort zur Ablagerung zu zwingen und die zusammenhängende Wächtenbildung entlang von Kreten zu verhindern. Dadurch können Lawinanrissgebiete und Verbauungen von zusätzlichen Schneeablagerungen und Wächtenabbrüchen entlastet werden.

Im Berner Oberland wurden zu diesem Zweck in verschiedenen Verbauungen Tribschneewände, Kolktafeln Schanzen, Dächer und Winddüsen eingebaut.

Das Prinzip der Tribschneewände besteht darin, dass das anströmende Wind-Schnee-Gemisch an der Wand gebremst, verwirbelt und in einem bestimmten Abstand zur Wand auf der Leeseite abgelagert wird.

Beispiel: Tribschneewand Adelboden/Schwandfäld, 12. Februar 1999



Dieser Prozess kann nur stattfinden, solange die Wand mehr oder weniger frei steht; im Februar 1999 haben die extremen Schneefälle dazu geführt, dass die Wände ab einem gewissen Zeitpunkt eingeschneit waren und somit ihre Funktion nicht weiter ausüben konnten. Dieses Phänomen wurde in Adelboden und an den Triebsschneewänden Brienz/Tanngrindel beobachtet:



Brienz/Tanngrindel, Foto vom 1. März 1999: die Triebsschneewände waren grösstenteils eingeschneit.



Aufnahme vom 15. März 1999: Nach der Setzung der Schneedecke kamen sie wieder zum Vorschein.

Das Prinzip der Kolktafeln besteht darin, dass der Wind zwischen den Hindernissen beschleunigt und der Schnee dadurch aus dem Bereich der Krite wegblasen wird.



Beispiel:

Lauterbrunnen, Marchegg,  
26. Februar 1999

Die Wächtenbildung wurde weitgehend verhindert.

Durch die starken Belastungen wurden im Berner Oberland bei Kolktafeln insgesamt 16 Abspannseile abgerissen.

### 6.5.3 Ablenk- und Bremsverbau

Die Dörfer Gadmen und Guttannen befinden sich beide unmittelbar am Rand von grossen Lawinen, die in extremen Situationen Teile der Siedlung gefährden können. Deshalb wurden in den Achtzigerjahren Bauwerke erstellt, die das Ausbrechen der Lawinen in Richtung der Dörfer verhindern sollen:



Gadmen, 25. Februar 1999:  
Lawinenablenkdamm Bühlenweid

Guttannen, 25. Februar 1999  
Lawinenablenkwand Wachtlammgraben

Die Werke haben ihre Funktion im Februar 1999 problemlos erfüllen können. Allerdings sind in ihrem Bereich keine "Jahrhundertlawinen" niedergegangen.

Oberhalb von Brienzwiler schützt die Lawinenverbauung Wilerhorn den Schutzwald und das Dorf vor Grosslawinen. Unterhalb der Verbauung können immer noch kleinere Lawinen entstehen, die durch Bremshöcker und einen Auffangdamm gestoppt werden sollen:



15. März 1999:

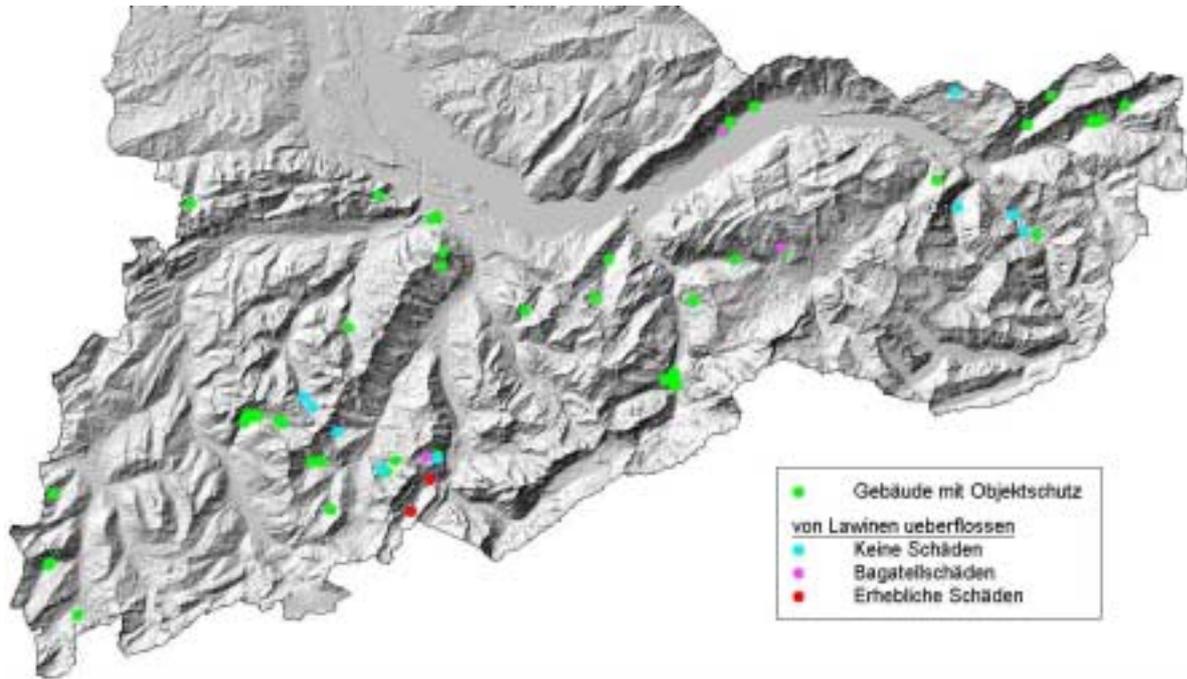
Die kleinen Lawinen haben im Bereich der Auffangwerke gestoppt.

### 6.5.4 Objektschutz

Der direkte bauliche Schutz von Gebäuden durch deren Dimensionierung auf die zu erwartenden Lawinenkräfte wird als Objektschutz bezeichnet. Er kommt vor allem in Gebieten zur Anwendung, in welchen das Kosten/Nutzen-Verhältnis von Anrissverbauungen zu schlecht ist.

Vor dem Winter 1998/99 waren im Berner Oberland insgesamt 102 Gebäude durch forstlich subventionierte Projekte geschützt.

Die Ueberlagerung mit dem Lawinenkataster 1999 (auf den Luftbildern sichtbare Lawinen) zeigt, dass mindestens 16 dieser Gebäude im Februar 1999 von Lawinen erreicht und überflossen worden sind:



An drei geschützten Gebäuden traten Bagatellschäden im Umfang von ca. 1 % der Versicherungssumme auf. Im Ueschenetal wurden zwei geschützte Alphütten massiv beschädigt, weil einerseits ein bestehender Schutzdamm zu kurz war und andererseits eine Lawine in der Sturzbahn einen Waldgürtel völlig zerstörte und Stöcke und Stämme (durch die Luft) direkt über eine Stahlbetonwand (hinterfüllt mit einem Erdkeil) auf das Dach warf. Das entsprechende Schadenbild sah wie folgt aus:



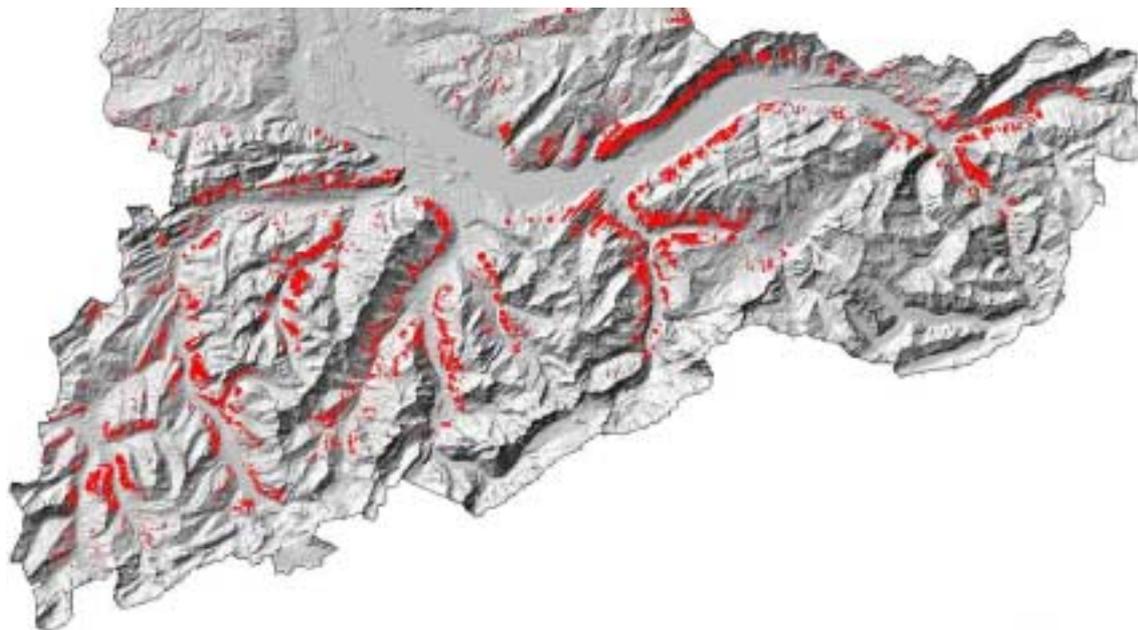
Die Schutzmauer hat das extreme Ereignis ohne Schaden überstanden

## 6.6 Lawinenschutzwälder

Wälder, die die Entstehung von Lawinen verhindern, welche Siedlungen, einzelne Wohnhäuser, wichtige Verkehrswege und anderes wichtiges Schadenpotenzial erreichen könnten, werden als Wälder mit besonderer Schutzfunktion gegen Lawinen bezeichnet (Wälder, die selber von oben durch Lawinen zerstört werden können, gehören nicht in diese Kategorie).

Im Rahmen des Projektes "Gefahrenhinweiskarte Kanton Bern, 1997" wurde die Schutzfunktion aller Wälder im Kanton Bern bezüglich der Naturgefahren Lawinen, Steinschlag, Rutschungen, Murgang und Uebersarung beurteilt.

Die folgende Karte zeigt die Wälder mit besonderer Schutzfunktion gegen Lawinen (rot):



Gemäss dieser Ausscheidung beträgt ihre Fläche 17'556 ha, was 11 % der Gesamtfläche des Berner Waldes entspricht. In vielen Gemeinden (vor allem im Oberland) ist der Anteil wesentlich höher; in 20 Gemeinden macht er mehr als 1/3 aus, in Lütschental beispielsweise beträgt er 62 %. Im Vergleich zu den mit Verbauungen gesicherten Lawinenanrissgebieten (125 ha) ist die Fläche der Lawinenschutzwälder rund 140 mal grösser. Daraus lässt sich die enorme Bedeutung des Waldes für die Bewohnbarkeit und wintersichere Erschliessung der Täler sowie den Wintertourismus ableiten.



Bannwald Adelboden:  
(15. Februar 1999)

Typisches Beispiel  
eines wichtigen  
Schutzwaldes.

Die Lawinenschutzwälder mussten im Februar 1999 extreme Belastungen aushalten. Das folgende Bild vom 12. Februar 1999 zeigt einen Ausschnitt des Mulebergwaldes in St. Stephan:



Das System der Schutzwälder hat im Lawinenwinter 1998/99 hervorragend funktioniert; es sind nirgends aus bewaldeten Anrissgebieten Lawinen angerissen, die nennenswerte Schäden verursacht haben.

Beobachtungen in den Sturmschadenflächen von 1990:

Ende Februar 1990 hat der Orkan Vivian in den Wäldern des Berner Oberlandes verheerende Schäden angerichtet, die sich auf 1000 ha Totschäden, 700 ha Teilschäden und 750 ha Streuschäden verteilten; dabei wurden insgesamt 630'000 m<sup>3</sup> Holz geworfen und gebrochen.

[Quellen: Forstinspektion Oberland, Spiez: "Vorprojekt Wiederherstellung Sturmschadenflächen 1990" (Dezember 1990), "Viviandenken" (Oktober 1993)]

Im Februar 1999 wurden im Berner Oberland keine grösseren Lawinenniedergänge oder gar Schadenlawinen aus Vivian-Flächen gemeldet. Die mutmasslichen Gründe können wie folgt zusammengefasst werden:

- Rund 2/3 der Schadenflächen befinden sich in Höhenlagen unterhalb 1400 m ü.M. In diesem Bereich war die Lawinenaktivität auch ausserhalb des Waldes wesentlich geringer als in höheren Lagen. Diese Tatsache ist auf stark unterschiedliche Schneemengen und die Schneequalität zurückzuführen.
- Die Bodenrauigkeit in den Vivian-Flächen ist sehr gross. Selbst bei Schneehöhen zwischen 1 und 2 m werden die potenziellen Gleitschichten stark gestört. Die relevanten Schwachschichten vieler Lawinen lagen zudem im Februar 1999 in Bodennähe.

Auch die meisten (Hochlagen-) Aufforstungen haben die Belastungsprobe ohne grosse Schäden überstanden. Es hat sich deutlich gezeigt, dass eine rottenartige Struktur mit genügend grossen Abständen zwischen den einzelnen Kollektiven sehr wichtig ist, damit sich Schnee in den "Löchern" ablagern kann.

Grosse Schäden sind einzig in den Aufforstungen der Lawinverbauungen Tanngrindel (Brienz) und Wilerhorn (Brienzwiler) entstanden, wo 4 – 6 m hohe Fichten grossflächig gestossen (teilweise mitsamt den Stöcken) und gebrochen wurden.



Tanngrindel,  
30.3.1999

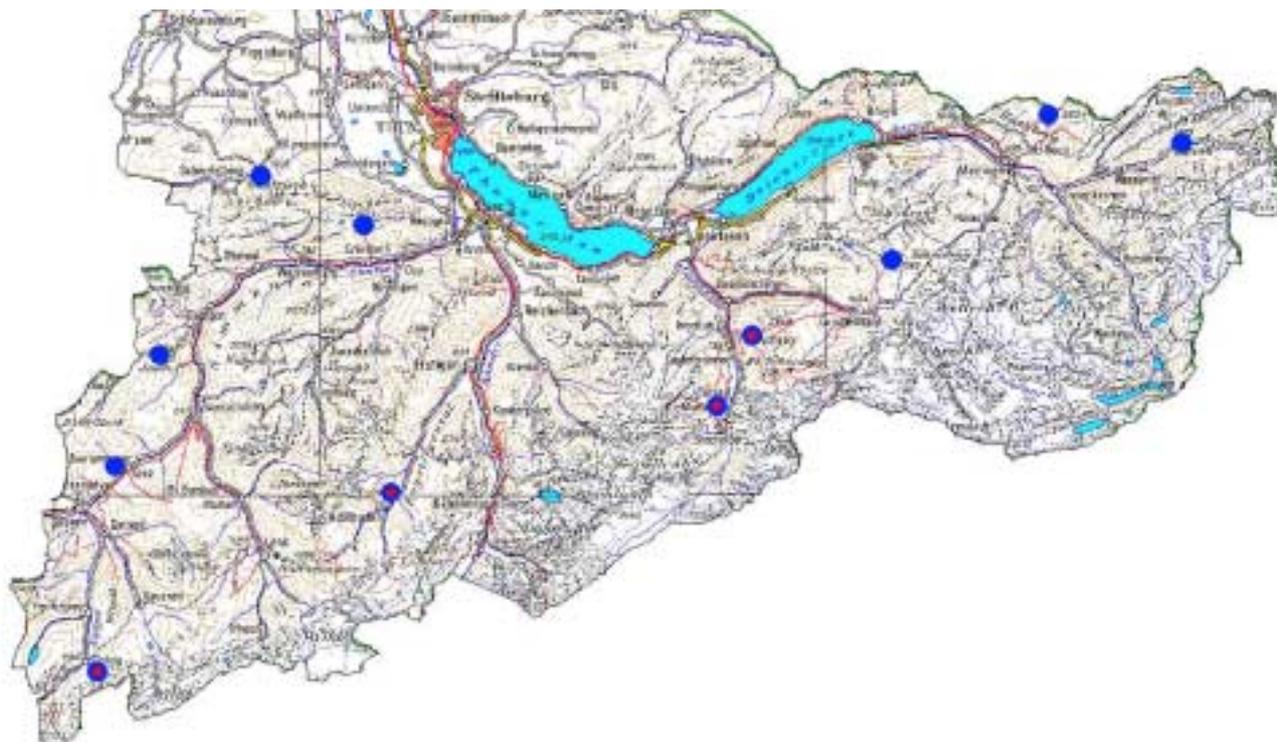


Die Kosten für die notwendigen "Aufräumarbeiten" beliefen sich auf insgesamt rund Fr. 100'000.-; darin nicht enthalten sind die Aufwendungen für die erneute Aufforstung mit dem notwendigen Gleitschneeschutz.

## 7. Der Winter 1998/99 im langjährigen Vergleich

Die bisherigen Betrachtungen haben sich fast ausschliesslich auf die extreme Schnee- und Lawinensituation von Ende Januar bis Anfang März bezogen. In diesem Kapitel soll der gesamte Winter mit den langjährigen Werten verglichen werden.

Als Grundlage dienen die Daten der Vergleichsstationen des SLF, von denen im Winterhalbjahr täglich ein Beobachter zwischen 7 und 8 Uhr morgens Messdaten und Beobachtungen nach Davos meldet. Im Berner Oberland sieht das aktuelle Vergleichsnetz wie folgt aus:



Die 11 Stationen befinden sich in Gsteig, Saanenmöser, auf dem Jaunpass, im Gantrischgebiet, im Stockhorngebiet, in Adelboden, Mürren, Wengen, im Firstgebiet, am Hasliberg und in Gadmen auf Höhenlagen zwischen 1190 und 1950 m ü.M. Die Messreihen liegen bei mehreren Stationen fast lückenlos seit Mitte der Fünfzigerjahre vor.

Für die folgenden Betrachtungen wurden je zwei Stationen aus dem westlichen und östlichen Berner Oberland ausgewertet (rot in den blauen Punkten), nämlich Gsteig (1195 m), Adelboden (1350 m), Mürren (1660 m) und Wengen (1310 m).

Die Werte dieser 4 Stationen wurden jeweils gemittelt, mit der Absicht, pro Winter und Parameter einen "Kennwert" für das Berner Oberland zu erhalten.

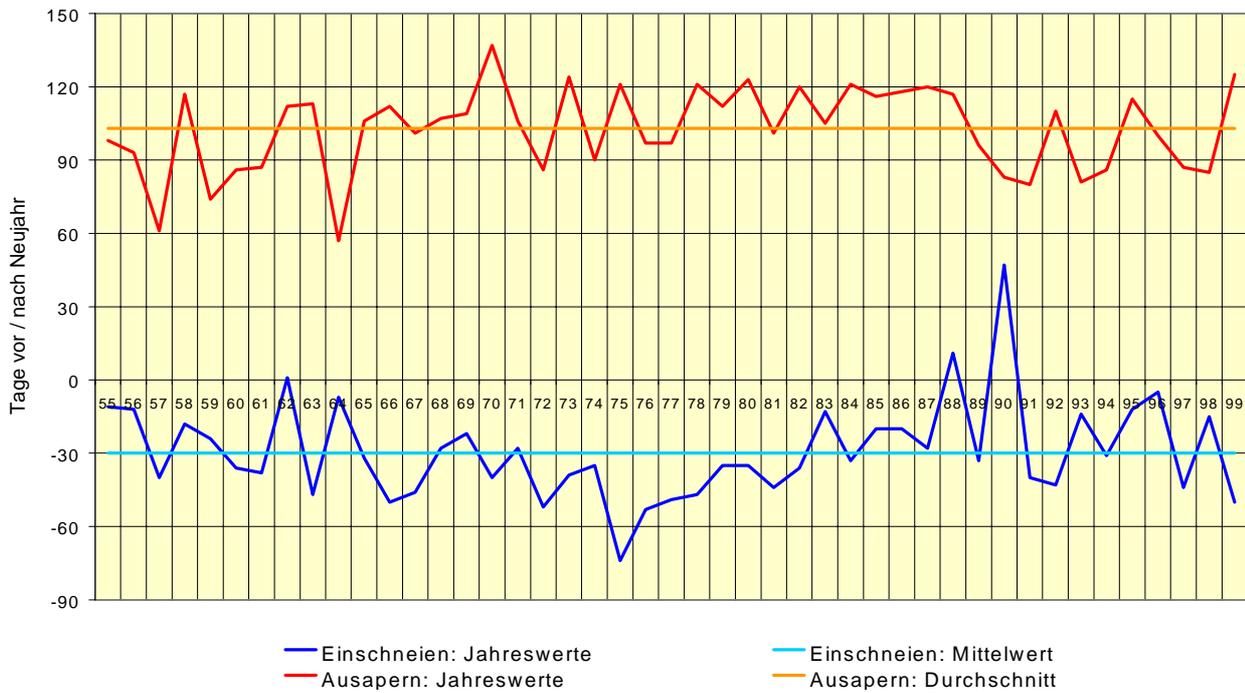
Zur Charakterisierung der Winter werden die folgenden Parameter betrachtet: Einschneien und Ausaperung, Dauer des Winters, Neuschneemengen, Schneehöhen und Temperaturen.

Der Zeitpunkt des Einschneiens (E) wird vom SLF so definiert, dass dies der erste Tag der längsten Periode im Winter mit ununterbrochener Schneedecke ist; dementsprechend entspricht der letzte Tag dieser Periode dem Ausaperungsdatum (A). Die Zeit dazwischen entspricht der Dauer des Winters.

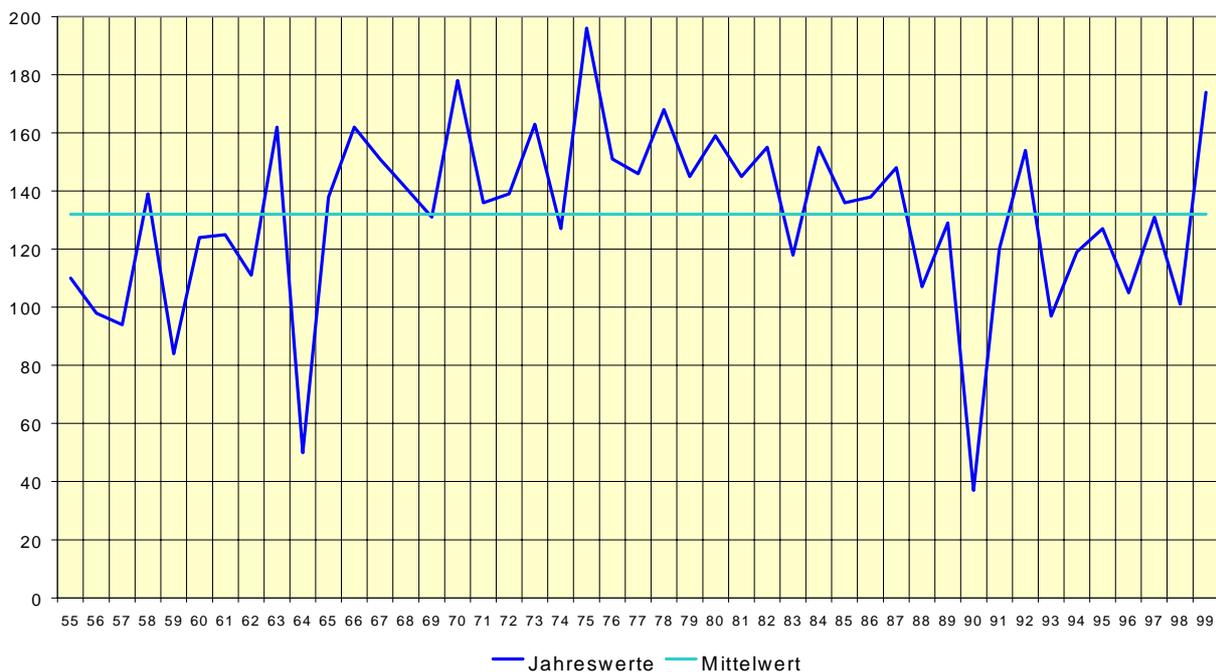
Die schematische Darstellung der Schneebedeckung sieht wie folgt aus:



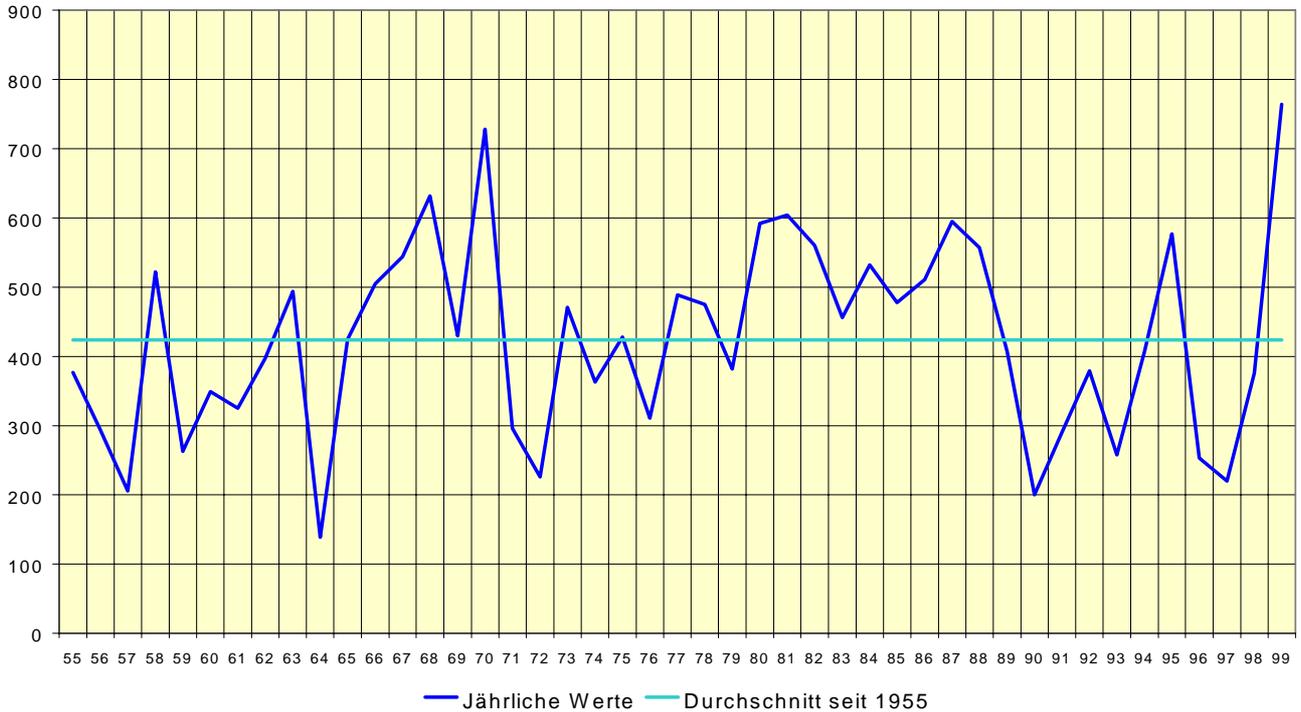
Das heisst, dass in der Regel durchaus auch vor und nach der Ausaperung Schnee vorhanden sein kann. Die folgende Grafik zeigt den jeweiligen Verlauf der Winter seit 1954/55:



Das Einschneien erfolgte bereits am 12. November 1998; seit 1955 erfolgte dies dreimal früher. Die Ausapernung erfolgte erst am 5. Mai 1999; nur gerade 1970 blieb die Schneedecke 12 Tage länger. Damit war der Winter 1998/99 der drittlängste, wie die Grafik der "Dauer" zeigt:

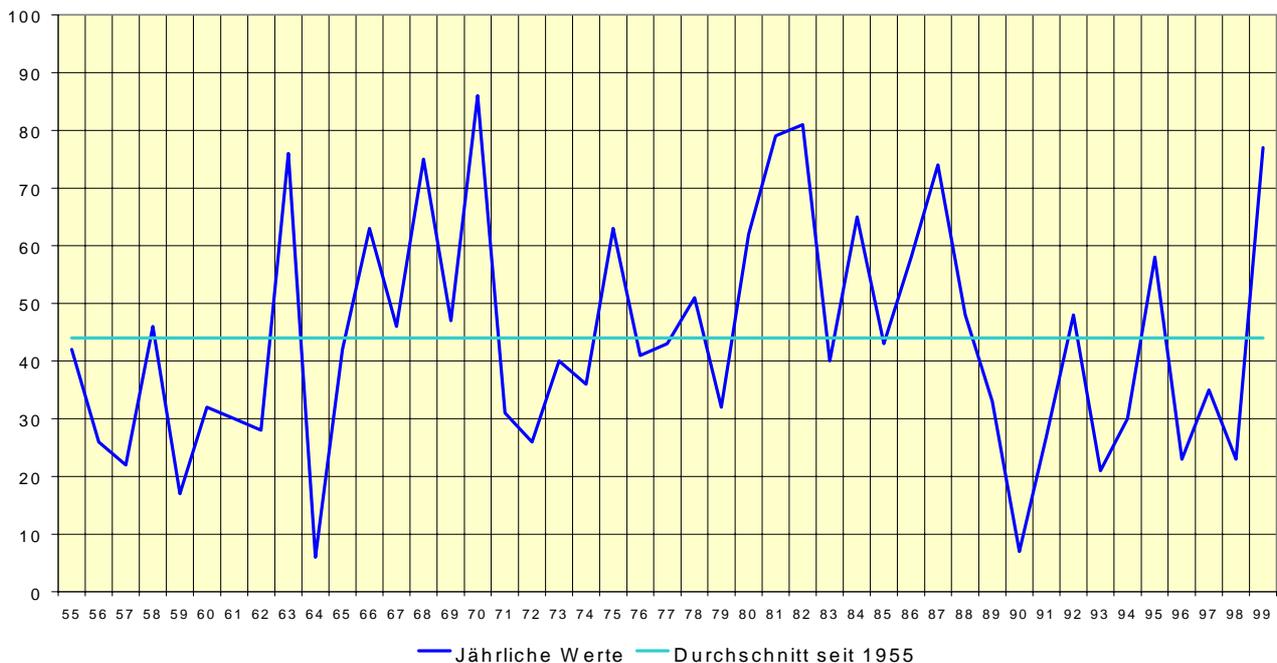


Die Summe der täglichen Neuschneehöhen vom 1. Dezember bis am 30. April entspricht der Neuschneesumme des ganzen Winters. Die folgende Grafik zeigt deren Verlauf für die Winter 1954/55 bis 1998/99 [cm]:



Mit 764 cm lag die Neuschneesumme im Winter 1998/99 36 cm über dem bisherigen Höchstwert des Winters 1969/70.

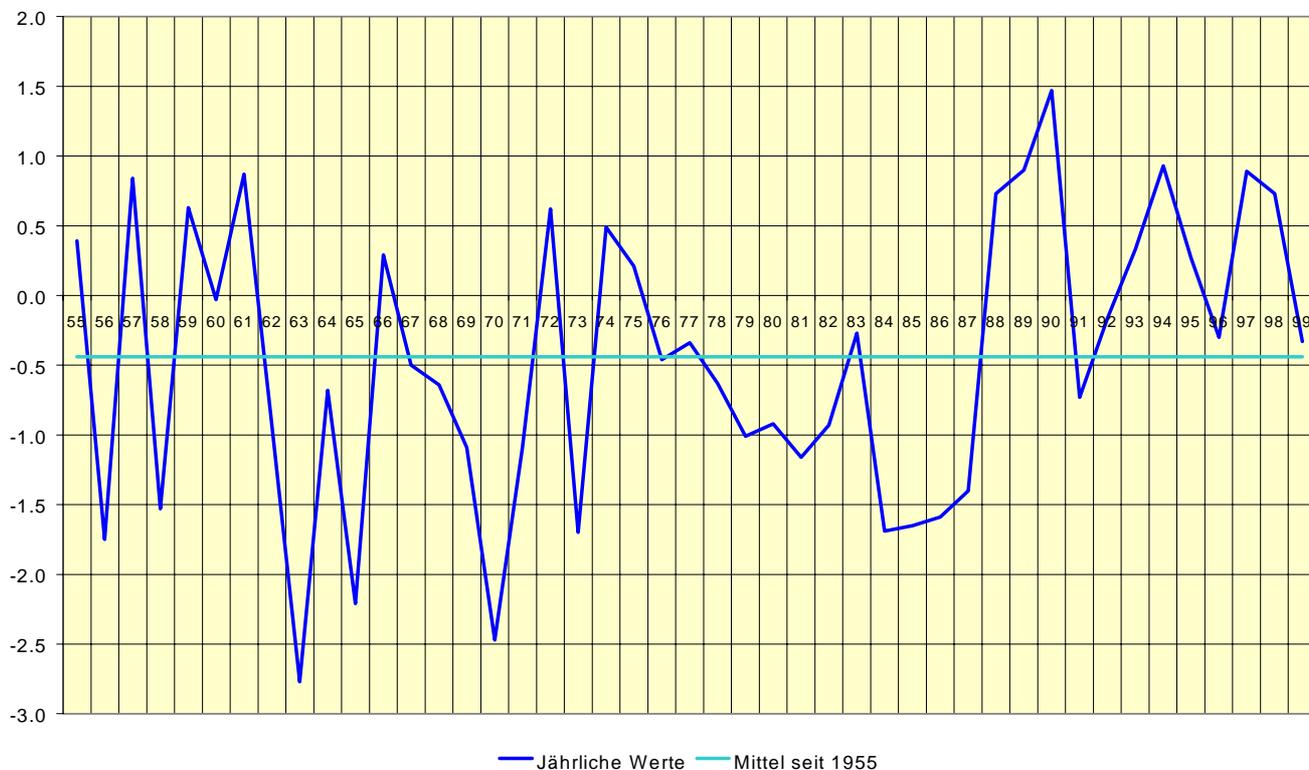
Eine weitere aussagekräftige Grösse ist die Gesamtschneehöhe. Die täglich gemessenen Schneehöhen wurden über den ganzen Winter gemittelt und in der folgenden Grafik als durchschnittliche Schneehöhe für jeden Winter dargestellt (in cm):



Mit 77 cm erreichte der Winter 1998/99 den vierthöchsten Wert seit Messbeginn.

Die Lufttemperatur spielt für die Schnee- und Lawinenverhältnisse eine bedeutende Rolle. Die folgende Auswertung basiert auf den Daten der SMA-Stationen Interlaken (560 m), Adelboden (1350 m) und Grimsel (1960 m).

Die Temperatur-Tagesmittelwerte wurden über den ganzen Winter (1.12.-30.4) gemittelt und in der folgenden Grafik als "Winter-Durchschnittstemperatur" dargestellt [°C]:



Mit  $-0.33\text{ °C}$  liegt der Winter 1998/99 ganz leicht über dem langjährigen Durchschnitt.

Somit kann der "Jahrhundertwinter" wie folgt charakterisiert werden:

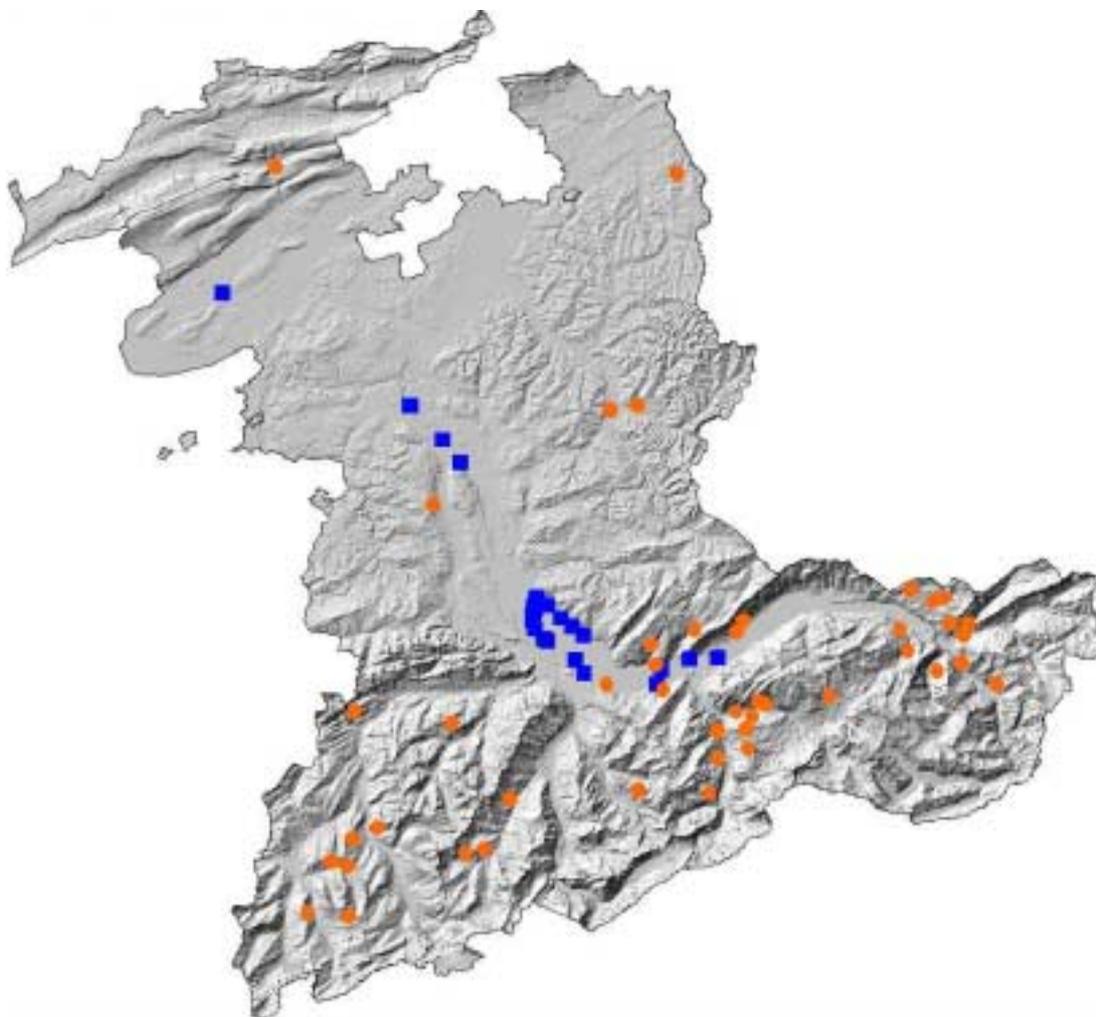
- Sehr frühes Einschneien kurz vor Mitte November
- Wenig Neuschnee bis Ende Januar 1999
- Rekordschneefälle, hauptsächlich in der Zeit vom 26.1.-24.2.1999
- Jahrhundert-Rekordwinter bezüglich Anzahl Schadenlawinen und Schadensumme
- Mächtige Schneedecke bis Ende Winter
- Temperatur-Durchschnitt im Bereich des langjährigen Mittels
- Sehr späte Ausaperung.

## 8. Hochwasser und Rutschungen im Frühjahr 1999

Im Berner Oberland waren nach den extremen Schneefällen von Ende Januar bis Ende Februar im Frühjahr 1999 ausserordentliche Mengen Wasser in der mächtigen Schneedecke gespeichert. Die Böden waren völlig gesättigt und hatten kein freies Porenvolumen zur Aufnahme von weiterem Wasser. Dieser Zustand und die Vorgeschichte ist nach Prof. Chr. Pfister von der Universität Bern vergleichbar mit dem historischen Schadenereignis von 1566.

Aufgrund dieser Ausgangslage setzte der Kanton Bern bereits Anfang März eine Arbeitsgruppe Schnee-Wasser ein, in der das Tiefbauamt, das Wasser- und Energiewirtschaftsamt und das Amt für Wald vertreten waren; fachlich verstärkt wurde sie durch das spezialisierte geowissenschaftliche Büro Geo7. Die Gruppe informierte periodisch in Bulletins über die zu erwartende Entwicklung der Hochwassersituation.

Das Zusammentreffen der ungünstigen Disposition mit den ergiebigen Niederschläge im Mai 1999, die den Schnee bis in hohe Lagen zum Schmelzen brachten, führte in der Folge zum "Jahrhunderthochwasser" mit Ueberschwemmungen (blau) und zu unzähligen Rutschungen (orange):



Der Thunersee erreichte am 15. Mai 1999 einen maximalen Wasserstand von 559.17 m ü.M.. Der bisherige Höchstwert von 1910 wurde dabei um 49 cm übertroffen; die Schadensgrenze liegt bei 558.30 m, also 87 cm tiefer.

Die aus den Ueberschwemmungen resultierenden Schäden waren allein bei den Gebäuden mindestens 5 mal so gross wie die Lawinenschäden.

Dieser Bericht soll lediglich auf das Hochwasser und die Rutschungen vom Frühjahr 1999 aufmerksam machen; Details dazu sind in den Analysen der zuständigen Fachstellen enthalten.

## 9. Gesamtbeurteilung, Folgerungen

Vergleiche mit langjährigen Messwerten und den Aufzeichnungen im Lawinenkataster Berner Oberland haben gezeigt, dass der Winter 1998/99 bezüglich Neuschneemengen, Anzahl Schadenlawinen und Schadensumme als Jahrhundert-Rekordwinter in die Geschichte einzureihen ist. Verantwortlich dafür war die stationäre Wetterlage über Europa, die im Alpenraum ab dem 26. Januar 1999 während eines Monats Stauniederschläge mit intensiven Schneefällen verursachte. Nach Prof. Chr. Pfister von der Universität Bern ist eine vergleichbare Abfolge von Staulagen in der Klimageschichte letztmals 1566 aufgetreten.

Während der ausserordentlichen Schnee- und Lawinensituation im Februar 1999 mussten Kantons-, Bezirks- und Gemeindeorgane, Bahn- und Strassendienste sowie die Verantwortlichen für touristische Anlagen im Dauereinsatz äusserst schwierige und verantwortungsvolle Entscheide treffen. Insbesondere nach einer längeren Periode ohne extreme Lawinenwinter stellte diese Aufgabe eine unvergleichliche Bewährungsprobe dar.

Es hat sich ganz klar gezeigt, dass eine ausserordentliche Lage nur dann erfolgreich bewältigt werden kann, wenn der Begriff "Lawinenschutz" umfassend verstanden wird und in den Bereichen Raumplanung, Organisation, Schutzbauten und Schutzwald umgesetzt wird.

Dieses Prinzip des integralen Lawinenschutzes wird im Kanton Bern seit Jahrzehnten angewandt und hat sich im Februar 1999 insgesamt sehr gut bewährt. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Ebenen im Rückblick stichwortartig beurteilt:

### Grundlagen

Die umfassende Kenntnis früherer und potenzieller Ereignisse (Lawinenkataster und Lawinengefahrenkarten) spielt eine zentrale Rolle bei der Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten, bei der Ausscheidung von Gebieten, aus denen in Zeiten akuter Lawinengefahr Menschen und Tiere evakuiert werden müssen, sowie bei der Festlegung gefährdeter Abschnitte von Verkehrswegen, die für den Verkehr gesperrt werden müssen.

Diese Grundlagen haben sich im Winter 1998/99 als unverzichtbar und äusserst wichtig erwiesen. In Zukunft muss sichergestellt werden, dass die verantwortlichen Stellen jederzeit über die aktuellen Karten und Beschreibungen verfügen. Der Lawinenkataster muss weiterhin laufend nachgeführt werden; der Informationsfluss zur Abteilung Naturgefahren muss weiter verbessert werden. Zwei Lawinengefahrenkarten müssen leicht revidiert werden; zudem drängt sich in mehreren Gemeinden die Ausarbeitung zusätzlicher Gefahrenkarten auf. Im Zusammenhang mit der Ausarbeitung von Integralgefahrenkarten (alle Prozesse, inkl. Massenbewegungs- und Wassergefahren) sind diese Arbeiten bereits im Gange.

### Raumplanung

Mit den vorhandenen Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien sind die rechtlichen Grundlagen zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten ausreichend vorhanden. Die Abteilung Naturgefahren ist bestrebt, die Vorgaben im Rahmen von Mitberichten zu Baugesuchen und Ortsplanungen (-Revisionen) konsequent anzuwenden.

Ein gewisser Handlungsbedarf besteht darin, dass die Bauverwaltungen der Gemeinden und die Regierungsstatthalterämter noch mehr für die Problematik von Naturgefahren sensibilisiert werden, damit die Baugesuche in potenziellen Gefahrengebieten möglichst ausnahmslos der Abteilung Naturgefahren zur Beurteilung vorgelegt werden.

## **Frühwarnung**

Mit der Frühwarnung wird sichergestellt, dass die verantwortlichen Stellen in Zeiten akuter Lawinengefahr rechtzeitig Evakuationen durchführen und Verkehrswege sperren können.

Der Winter 1998/99 hat die Wichtigkeit eines gut funktionierenden Informationssystem mit aller Deutlichkeit bestätigt. Das im Berner Oberland zu etwa 2/3 ausgebaute System der automatischen Schnee- und Windmessstationen hat gut funktioniert und laufend die zur Beurteilung der Lawinengefahr wichtigsten aktuellen Daten geliefert; das Netz soll bis Ende 2001 vollständig ausgebaut sein. Eine wichtige Aufgabe besteht darin, die Daten den verantwortlichen Stellen zugänglich zu machen. Technische Verbesserungen drängen sich bei den Sensoren der Windstationen auf, die wegen Vereisung mehrheitlich über längere Zeit ausgefallen sind.

Seit Mitte Januar 2001 gibt das Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos in enger Zusammenarbeit mit lokalen Meldern täglich ein regionales Lawinenbulletin Berner Oberland heraus.

Das völlig unerwartete Lawinenunglück in der Nacht vom 7./8. Februar beim Café Oberland in Wengen hat deutlich gemacht, dass lokal kleinräumig wesentliche Unterschiede in der Lawinengefahr bestehen können. Diese rechtzeitig zu erkennen, wird auch in Zukunft kaum in jedem Fall möglich sein.

## **Evakuationen und Sperrungen von Verkehrswegen, lokale Lawinendienste**

Während der ausserordentlichen Lage im Februar 1999 hat sich im Berner Oberland ganz klar gezeigt, dass Entscheide bezüglich Evakuationen und Sperrungen von Verkehrswegen nicht von einer kantonalen Zentrale aus erfolgen können. Vielmehr ist es unerlässlich, dass Gemeinden und Verantwortliche für Verkehrswege und touristische Anlagen selber über lokale Lawinendienste verfügen. Zwar haben auch ad hoc gebildete Teams vielerorts durchaus sehr gute Arbeit geleistet, das Fehlen von klaren Strukturen, Kompetenzen und gut ausgebildeten Lawinensachverständigen hat sich jedoch als gewichtiger Nachteil herausgestellt.

Eine wichtige Aufgabe besteht deshalb in der Professionalisierung der lokalen Lawinendienste. Das Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos hat dies im neuen Kurskonzept bereits berücksichtigt; Pilotkurse mit einer beträchtlichen Anzahl Teilnehmer aus dem Berner Oberland haben im Dezember 2000 bereits stattgefunden.

## **Künstliche Lawinenauslösung**

Mehrere durch künstlich ausgelöste Lawinen verursachte Schäden haben bestätigt, dass das Restrisiko nicht unterschätzt werden darf. Das Ausmass der ausgelösten Lawinen kann wesentlich grösser sein als erwartet.

Deshalb sollte das bisherige Konzept im Berner Oberland beibehalten werden, wonach das Mittel der künstlichen Lawinenauslösung (fast) ausschliesslich für die Sicherung von Skipisten und touristischen Transportanlagen eingesetzt wird.

## **Baulicher Lawinenschutz**

Die Lawinenverbauungen haben im Februar 1999 die Grenzen ihrer Belastbarkeit erreicht, indem die Stützwerke – dimensioniert auf den "100-jährigen Schnee" – teilweise vollständig mit Schnee gefüllt und lokal (durch Windverwehungen) meterweise überdeckt waren. Trotzdem sind nirgends aus verbauten Anrissgebieten Lawinen niedergegangen, die zu bedeutenden Schäden geführt haben.

Das System des Stützverbaus hat sich im Jahrhundertwinter ausnahmslos sehr gut bewährt. Die Reparaturen der durch die enormen Belastungen entstandenen (geringen) Schäden machten kostenmässig weniger als vier Promille der Investitionskosten aus.

Auch die übrigen technischen Schutzmassnahmen (Wind-, Ablenk- und Bremsverbau, Objektschutz) haben sich insgesamt sehr gut bewährt.

### **Lawinenschutzwälder**

Im Kanton Bern schützen mehr als 17'000 ha Wald ganz direkt Siedlungen, Einzelhäuser und wichtige Verkehrswege vor Lawinen, indem sie deren Entstehung verhindern. Diese Fläche ist rund 140 mal grösser als die mit Stützwerken verbauten Anrissgebiete.

Trotz der extremen Belastungen im Februar 1999 hat das System der Lawinenschutzwälder hervorragend funktioniert; es sind nirgends aus bewaldeten Gebieten Lawinen angerissen, die nennenswerte Schäden verursachten. Auch die meisten Hochlagenaufforstungen haben die Belastungsprobe ohne grosse Schäden überstanden.

Der Lawinenwinter 1998/99 hat eindrücklich gezeigt, dass die Bewohnbarkeit der Täler im Berner Oberland und die Wintersicherheit der Verkehrswege zu einem sehr hohen Grad vom Vorhandensein intakter Lawinenschutzwälder abhängig sind.

Die systematische Pflege dieser Wälder zur Erhaltung resp. Schaffung stufiger Bestände ("Gebirgsplenterwälder") ist Voraussetzung für eine nachhaltige Ausübung der Schutzfunktion.

Interlaken, im Februar 2001

Abteilung Naturgefahren  
Ueli Ryter, Forstingenieur

## Quellenangaben

Die Grundlagen zu diesem Bericht wurden von der Abteilung Naturgefahren beschafft und ausgewertet, namentlich durch Ambühl Anton, Brunner Lorenz, Buri Heinrich, Häberle Jörg, Müller Ernst, Pfiffner Heinz, Ryter Ueli, Tschiemer Hans-Ulrich, Weyermann Lorenz und Wyss Anton; bei der Digitalisierung der Lawinen arbeiteten zusätzlich Bider Martin und Wittwer Hans von der Stabsabteilung in Bern sowie Daniel Hulliger aus Brienz mit. Die Fotos stammen von Winterbegehungen und Rekognoszierungsflügen der Abteilung Naturgefahren, wenn keine andere Quelle angegeben ist.

Die folgenden Personen, Dienststellen und Organisationen haben wichtige Grundlagen geliefert:

- Amt für Landwirtschaft des Kantons Bern, Abteilung Strukturverbesserungen, Zollikofen: Beiträge an Grobräumungsarbeiten im Kultur- und Weideland.
- Amt für Wald des Kantons Bern, Waldabteilungen 1-5: Lawinen- und Schneedruckschäden im Februar 1999.
- Bahnen mit Fahrplanpflicht: Angaben zu Sperrungen, Lawinnenniedergängen und Schäden.
- Bergbahnen und Skilifte im Berner Oberland: Angaben zu direkten und indirekten Lawinenschäden und künstlichen Lawinenauslösungen.
- Berner Oberland Tourismus, Interlaken: Informationen zu den Auswirkungen des Lawinenwinters auf den Tourismus.
- Bundesamt für Landestopographie, Wabern: Luftbilder 1:30'000 von Ende Februar 1999.
- Bundesamt für Statistik, Sektion Tourismus, Bern: Statistik 1992/93-1998/99 der Logiernächte im Berner Oberland (Winterhalbjahr).
- Dietrich Walter, Regierungsstatthalteramt Interlaken (9.4.1999): Schlussbericht über die ausserordentliche Lage "Schnee" im Amtsbezirk Interlaken vom 8.2.-1.3.1999.
- Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos: Daten der Vergleichsstationen im Berner Oberland, Winter 1954/55-1998/99.
- Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos: Der Lawinenwinter 1999.
- Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos: Lawinenbulletins Winter 1998/99.
- Eidg. Vermessungsdirektion, Dübendorf: Luftbilder 1:30'000 von Ende Februar 1999.
- Feuz Markus, Restaurant Winteregg, Müren: Farbfoto vom 25.5.1999, Staubbachlawine.
- FLOTRON AG, Fotogrammetrie Meiringen: digitale Orthofotos von Ende Februar 1999.
- Fuchs Ruedi, Wildhüter, Brienz: Angaben zum Fallwild am Brienergrat.
- Gebäudeversicherung des Kantons Bern (GVB), Ittigen: Angaben zu Lawinenschäden an Gebäuden.
- Gemeindeverwaltungen im Berner Oberland: Angaben zu Evakuationen und zur Arbeit der Gemeindeführungsorgane im Februar 1999.
- Grindelwald Tourismus: Einnahmeausfälle und Bettenbelegung im Februar/März 1999.
- Pfister Christian, UNI Bern (3.2.2000): Historische Analogfälle als Hilfsmittel zur Risikoabschätzung – Die Hochwasser von 1566 und 1817 im Vergleich mit dem Hochwasser 1999.
- Regierungsstatthalterämter im Berner Oberland: Angaben zur Arbeit der Bezirksführungsorgane im Februar 1999.
- Schweiz. Elementarschädenfonds, Bern: Lawinenschäden 1999 - Beiträge an Feinräumungsarbeiten im Kultur- und Weideland.
- Schweizer Luftwaffe, Ressort Luftaufklärung, Dübendorf: Schrägaufnahmen von Lawinenanrissgebieten, Ende Februar 1999.
- SMA MeteoSchweiz, Zürich: Witterungsbericht vom Februar 1999, Temperaturdaten Winter 1954/55-1998/99.
- Stoffel Lukas, SLF Davos: Künstliche Lawinenauslösung, Unterlagen zum Grundkurs B "Schnee und Lawinen", Dezember 2000.
- Tiefbauamt des Kantons Bern (TBA), Strasseninspektorate: Angaben zu Strassensperrungen, Lawinnenniedergängen und Schäden.

Viele weitere Personen haben wertvolle mündliche Angaben zum Jahrhundertwinter 1998/99 geliefert, die in irgendeiner Form in den Bericht eingeflossen sind.