



WSL-Institut für  
Schnee- und  
Lawinenforschung SLF

# Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 2001/02

Wetter, Schneedecke und Lawinengefahr  
Winterbericht SLF





# **Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 2001/02**

Wetter, Schneedecke und Lawinengefahr  
Winterbericht SLF

Thomas Wiesinger

Herausgeber  
WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos 2009

## **Impressum**

### **Autor**

Dr. Thomas Wiesinger

### **Zitierung**

Wiesinger T. 2009: Online-Jahresbericht zur Schnee- und Lawinensituation in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2001/02 <[www.slf.ch/lawineninfo/wochenbericht/2001-02](http://www.slf.ch/lawineninfo/wochenbericht/2001-02)>.

### **Dank**

Wir danken an dieser Stelle allen, die uns besondere Gegebenheiten melden oder mit Bildern zur reichen Illustration des Wochenberichts beitragen.

### **Quellen**

Wetter- und Klimadaten: Alpenwetterberichte, Spezialwetterberichte und Witterungsberichte der MeteoSchweiz, Zürich. Auf weitere Quellen wird im Text verwiesen.

### **Hinweis**

Die zum Winter 2001/02 gehörigen Unfallberichte können wie folgt bezogen werden.

WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF  
Flüelastrasse 11  
CH-7260 Davos

## Inhaltsverzeichnis

Sneehöhenverlauf . . . . .	4
Entwicklung der Schneedeckenstabilität . . . . .	9
Lawinenaktivität . . . . .	17
Gefahrenstufen . . . . .	19
Lawinenbulletins . . . . .	20
Sommer (Juni bis September 2002) . . . . .	21
Bemerkungen . . . . .	22

## Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 2001/02

- Am günstigsten war die Schneesituation über den ganzen Winter am zentralen und östlichen Alpennordhang.
- Am Alpensüdhang und im Engadin lag bis Anfang Februar praktisch kein Schnee.
- Zu Beginn des Winters wandelte sich die Schneedecke immer wieder intensiv aufbauend um (wenig Schnee, kalt), was für den ganzen Winter zu einem ungünstigen Schneedeckenaufbau führte.
- Unterdurchschnittliche Schneehöhen in allen Regionen - in tiefen Lagen durch wiederholten Regen stärker ausgeprägt als in Lagen oberhalb von rund 2000 m.
- Regen bis 2800 m führte zur Bildung von dünnen Harschschichten an denen sich nachher kantige Kristalle bildeten, die mehrere Monate als Schwachschichten aktiv waren.
- Schneebrettlawinen konnten über lange Zeit durch Personen leicht ausgelöst werden. Für die Einschätzung war die Situation oft heimtückisch, durch klare Gefahrenzeichen oft aber auch gut einzuschätzen.
- Ende November, Ende Dezember, Ende Februar und Anfang Mai waren Perioden mit hoher Aktivität spontaner Lawinen.
- Ende September fand der erste Wintereinbruch statt mit einer heiklen Lawinensituation für Bergsteiger.
- 24 Personen starben im Lawinen

Der Winter 2001/02 war im Norden schneearm, im Süden extrem schneearm. Am Alpensüdhang und im Engadin lag bis Anfang Februar praktisch kein Schnee. Im Süden folgte damit ein sehr trockener auf einen sehr schneereichen Winter.

Dem entsprechend war der Schneedeckenaufbau im Süden, am Alpenhauptkamm und inneralpin den ganzen Winter hindurch schwach. Einzelne Regenfälle im Früh- und Hochwinter bis ins Hochgebirge führten zur Bildung langlebiger Schwachschichten. Am günstigsten war die Schneesituation über den ganzen Winter am zentralen und östlichen Alpennordhang.

Trockene Schneebrettlawinen konnten über lange Zeit durch Personen leicht ausgelöst werden (vgl. Abbildung 1 und 4).



Abbildung 1: Lawinenauslösung neben dem Parsenn Skigebiet in Davos am 30.12.2001 (Foto: R. Pajarola).

Für die Einschätzung war die Situation oft heimtückisch, durch klare Gefahrenzeichen oft aber auch gut einzuschätzen. Speziell nach Niederschlägen waren Wumm-Geräusche und Rissbildung ständige Begleiter auf Skitouren.

Ende November, Ende Dezember, Ende Februar und Anfang Mai waren Perioden mit hoher Aktivität spontaner Lawinen - Anfang Mai verbunden mit extremen Niederschlägen auf der Alpensüdseite und im Gotthardgebiet (vgl. Abbildung 2).





*Abbildung 2:* Die Gesenalawine ging am 04.05.02 in der Nacht fast bis an die gesperrte Zufahrtstrasse zum Weiler Deira (810 m) bei Mesocco/Misox/GR nieder (Foto: S. Fehler).



*Abbildung 3:* Prächtige Tourenbedingungen am 01.06.02, kurz vor dem definitiven Winterende am Piz Sasura, Zernez/GR mit Blick auf den tief verschneiten Piz Kesch (3417 m) (Foto: SLF / T. Wiesinger).

Im Norden waren die Skitourenverhältnisse noch günstig (vgl. Abbildung 3). Im Juni schmolz der Schnee in den Hochlagen ungewöhnlich schnell ab (siehe Schneehöhenverlauf) und es folgte ein Sommer mit wechselhafter Witterung und wenigen Schneefällen im Hochgebirge. Im August wurde die Ostschweiz von sintflutartigen Regenfällen heimgesucht, blieb aber von grossen Überschwemmungen verschont, wie sie weiter östlich, von Bayern über

Österreich bis nach Sachsen auftraten.

Ende September kam der erste Wintereinbruch und brachte eine heikle Lawinensituation für Bergsteiger und Alpvieh. Im Berichtswinter starben 24 Personen in Lawinen.



*Abbildung 4:* Lawinenunfall neben dem Parsenn Skigebiet, Davos / GR. Der Verschüttete wurde ohne LVS sehr rasch gefunden und ausgegraben - leider ist er verstorben (Foto: R. Pajarola, 04.01.2002).

## Schneehöhenverlauf

Der Winter 2001/02 war schneearm, insbesondere am Alpensüdhang (vgl. Abbildung 5).

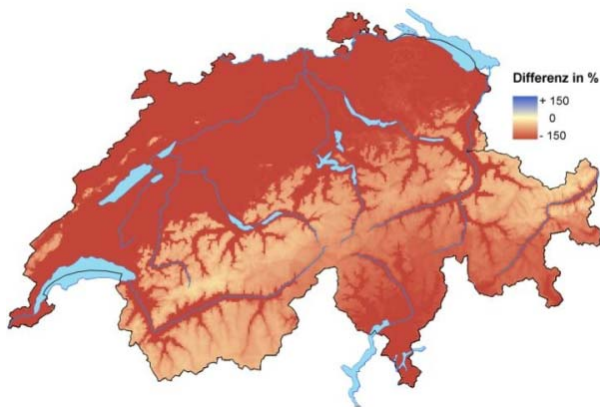


Abbildung 5: Schneehöhe in der Schweiz im Winter 2001/02 im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Periode 1971-2000. Auffallend ist die grosse relative Schneearmut in tiefen Lagen im Norden und im Süden, rot dargestellt. Gelb dargestellt sind die Regionen in denen etwa gleich viel Schnee lag wie im Vergleichszeitraum. Mehr Schnee als normal lag über den ganzen Winter gesehen in keiner Region. Die Darstellung ist eine Gesamtdarstellung des Winters. Die Defizite in der Schneebedeckung waren nicht in allen Monaten gleich gross.

Viele Regionen der Südalpen waren in mittleren Höhen bis Anfang Februar aper, danach waren die Schneehöhen deutlich unterdurchschnittlich. Einzige Ausnahme waren die Höhenlagen oberhalb von rund 2500 m, wo Anfang Mai noch so viel Schnee fiel, dass die Jahresbilanz weniger negativ ausfiel. Im Süden war das Defizit im November, Dezember, Januar und auch im April am grössten.

Im Norden begann der Winter im November relativ schneereich. Besonders schneearm war das Winterende in allen Regionen im März und April 2002.

Im Norden wurden ebenfalls an allen Stationen Schneehöhen gemessen, die unter der Norm lagen. Je tiefer die Stationen lagen, umso ausgeprägter war die Schneearmut. Höher gelegene Stationen wie das Weissfluhjoch (2540 m) oder Juf (2117 m) (vgl. Abbildung 14) waren nicht ganz so schneearm, verglichen mit allen bisherigen Beobachtungsjahren.

Auf den folgenden Graphiken wird jeweils der Verlauf der manuell gemessenen Schneehöhe (dicke rote Linie) im Vergleich zur höchsten an dieser Station je gemessenen Schneehöhe an jedem Tag (obere blaue Linie), dem absoluten Minimum (lila Linie) und dem langjährigen Mittelwert (wenig

schwankende grüne Linie) dargestellt. Die Anzahl der Winter von Messbeginn bis und mit 2008 (n) wird im Text angegeben.

## Ausgewählte Beobachterstationen

### Stationen aus dem schneearmen Süden

Dem extrem schneereichen Winter 2000/01 folgte im Süden der äusserst schneearme Winter 2001/02.

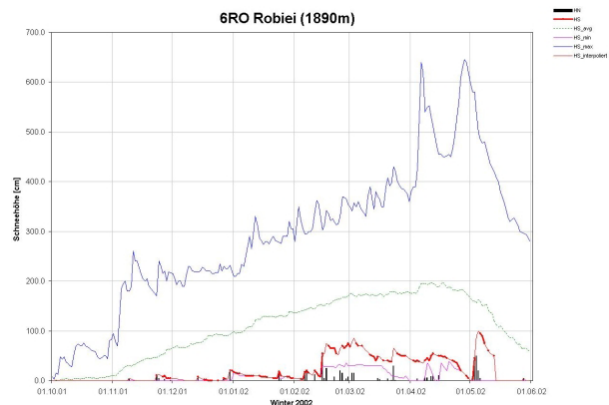


Abbildung 6: Schneehöhenverlauf in Robie / TI.

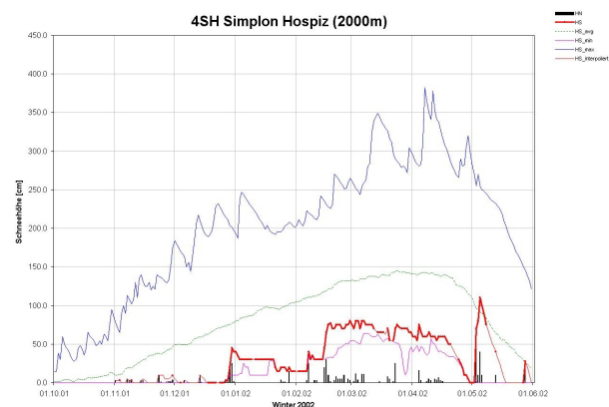


Abbildung 7: Schneehöhenverlauf beim Simplon Hospiz / VS.

Die Schneehöhen erreichten am Alpensüdhang praktisch nie den langjährigen Mittelwert der Schneehöhe (grüne Linie). Fast im ganzen Tessin war der Winterbeginn bis Mitte Februar extrem schneearm. In Robie (vgl. Abbildung 6) wurden seit 38 Jahren in dieser Phase zahlreiche neue Minima (45 Tage) erreicht. Im Verhältnis ähnlich wenig Schnee lag am Simplon Hospiz (vgl. Abbildung 7), wo seit 53 Wintern Schnee gemessen wird. An allen Stationen oberhalb von 1400 m wurde der grosse Schneefall Anfang Mai registriert, je höher desto deutlicher. Davor waren die Schneehöhen jedoch sehr gering.

Die Variabilität der Schneehöhe von Jahr zu Jahr ist auf der Alpensüdseite sehr hoch, höher als sonst in



den Schweizer Alpen; zum Beispiel können am 1. Mai in Robiei 6 m Schnee liegen, in anderen Jahren ist es aber, so wie am 01.05.2002 (vgl. Abbildung 6).

### Stationen vom Alpennordhang

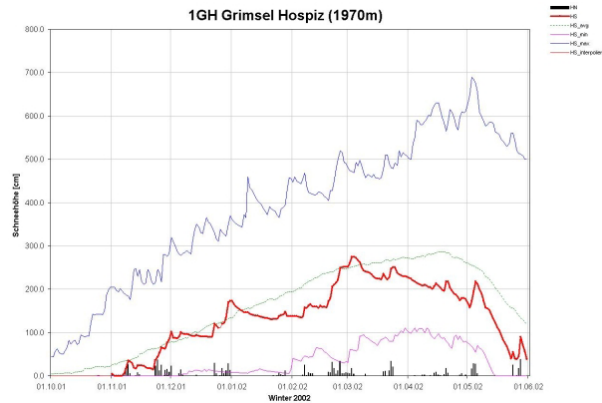


Abbildung 8: Schneehöhenverlauf beim Grimsel Hospiz / BE.

Am Grimsel Hospiz / BE (n=59 Jahre) schneite es etwas später als normal ein, danach blieb die Schneedecke meist dünner als im langjährigen Durchschnitt (vgl. Abbildung 8).

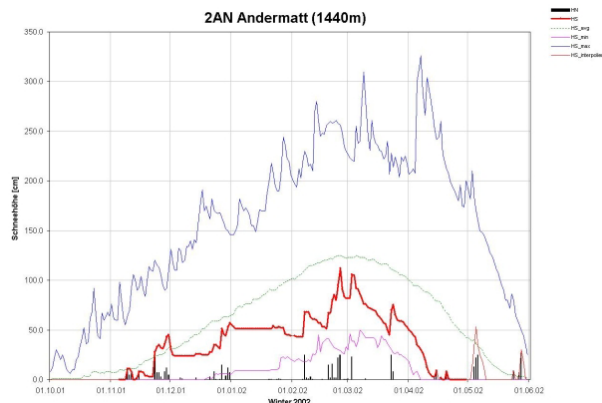


Abbildung 9: Schneehöhenverlauf in Andermatt / UR.

Am zentralen Alpennordhang, so zum Beispiel an der Station Andermatt (vgl. Abbildung 9), schneite es im November gut ein. Danach erreichten die Schneehöhen den Mittelwert nicht mehr. In Andermatt wird seit 68 Jahren Schnee gemessen. Der Winter endete früh, auf der Göscheneralp (n=20 Jahre) so früh wie nie zuvor seit Messbeginn im Jahre 1989. In der Höhe war der Schneefall der ersten Maitage deutlich messbar.

Generell endete der schneearme Winter in tieferen Lagen des Alpennordhanges früher als in der Höhe. Das gilt absolut, was normal ist, weil in der Höhe normalerweise immer mehr und länger Schnee liegt als in den Niederungen. Aber das gilt insbe-

sondere auch relativ zu den Vorwintern, was bedeutet, dass dieser Winter eher kurz war.

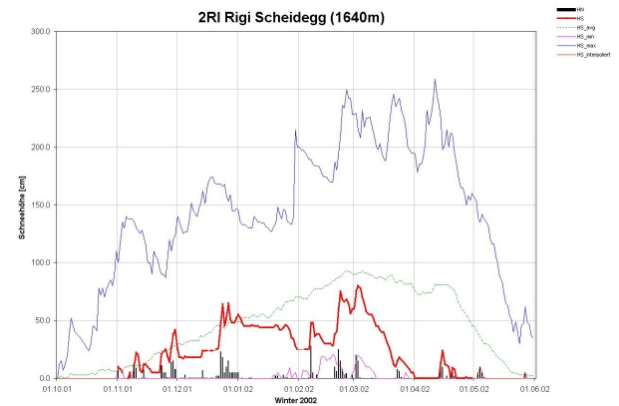


Abbildung 10: Schneehöhenverlauf auf der Rigi Scheidegg / LU.

Dasselbe Bild auf der Rigi / LU (n=35 Jahre) (vgl. Abbildung 10). Die hohen Temperaturen liessen den Schnee im März rasch abschmelzen, zwei Monate früher als normal.

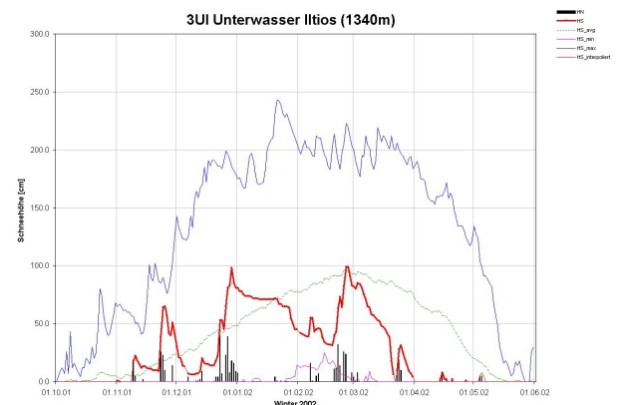


Abbildung 11: Schneehöhenverlauf in Unterwasser Itios / SG.

Am östlichen Alpennordhang lag im Januar mehr Schnee als weiter westlich, aber auch hier war die Schneedecke relativ dünn und der Winter endete früh. Am Itios ob Unterwasser wird seit 51 Jahren Schnee gemessen (vgl. Abbildung 11).

## Wallis

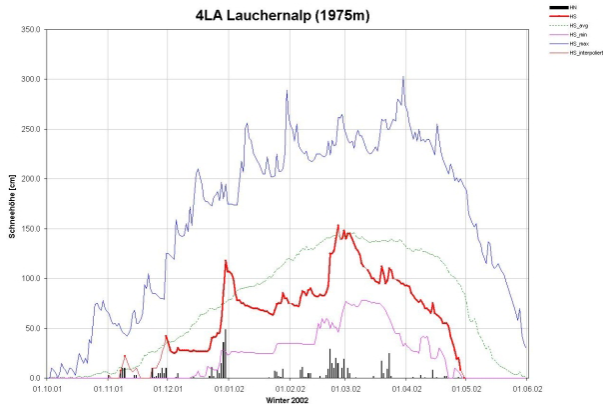


Abbildung 12: Schneehöhenverlauf auf der Lauchernalp / Lötschental / VS.

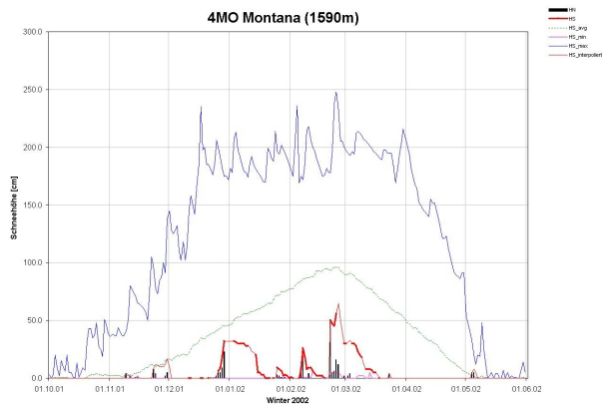


Abbildung 13: Schneehöhenverlauf in Montana / VS.

Der Vergleich von Montana (vgl. Abbildung 12) (n=56 Jahre) mit Lauchernalp (vgl. Abbildung 13) (n=34 Jahre), beide im nördlichen Wallis, zeigt: Je tiefer die Station, desto weniger Schnee, sowohl absolut in Zentimeter, als auch relativ zu den Vorjahren.

Im zentralen Wallis schneite es im November gut ein. Danach lag weniger Schnee als im langjährigen Durchschnitt. Dank einiger ergiebiger Schneefälle im Februar lagen in hohen Lagen aber selten Schneehöhen weit unter dem Durchschnitt.

## Graubünden

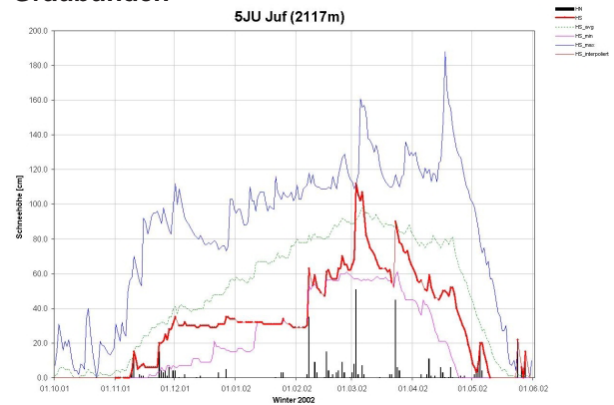


Abbildung 14: Schneehöhenverlauf am Alpenhauptkamm in Juf / GR. Am 3. März wurde ein neues Tages-Maximum der Schneehöhe erreicht.

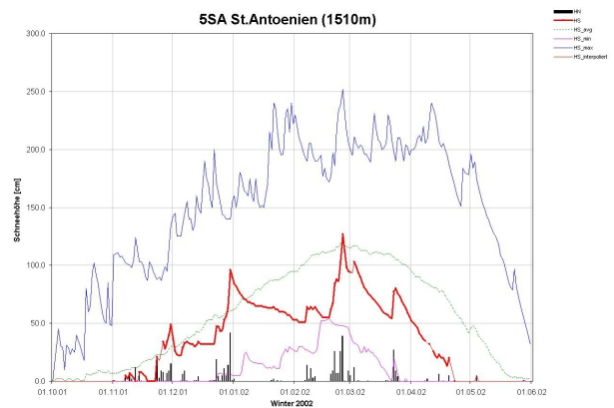


Abbildung 15: Schneehöhenverlauf in St. Antonien / Rätikon / GR.

In Graubünden waren die Schneehöhen zwar unterdurchschnittlich, aber mit zunehmender Höhenlage waren die Defizite geringer. In Juf (n=14 Jahre) schneite es am 3. März 51 cm (luftigen) Neuschnee (vgl. Abbildung 14). Das kommt in diesem eher trockenen Klima nur einmal in 5 Jahren vor. In Juf wurden vom 12. bis 24. Januar und von 31. Januar bis 6. Februar neue Minima der Schneehöhe registriert. Auch das Hinterrheingebiet war, wie der Alpensüdhang, extrem schneearm.

In St. Antonien (n=63 Jahre), im normalerweise schneereichen Prättigau, war der Schneehöhenverlauf bis zum Jahreswechsel normal, der Januar und Februar waren schneearm, mit einem kurzen Unterbruch zum Februarende, als es ergiebig schneite (105 cm in 5 Tagen) (vgl. Abbildung 15). Wegen der anhaltenden Trockenheit und der überdurchschnittlichen Wärme waren aber auch die Monate März und April sehr schneearm. Das Schneemessfeld aperte rund einen Monat früher aus als normal.

## Die Ausnahme

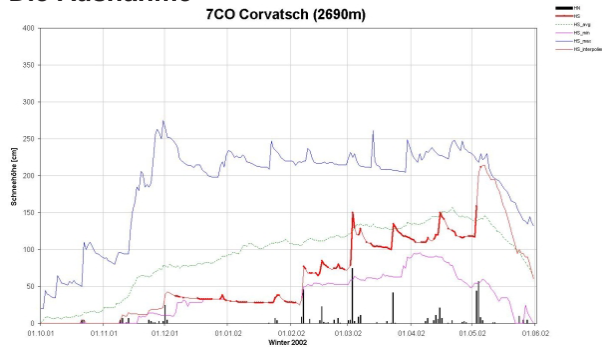


Abbildung 16: Schneehöhenverlauf am Corvatsch / Oberengadin / GR.

Am Corvatsch (n=15 Jahre) (vgl. Abbildung 16) waren die Monate November bis Februar trocken (neue Minimalwerte), im März und April wuchs die Schneehöhe auf annähernd normale Werte, im Mai stieg die Schneehöhe dann fast bis zu einem neuen Maximum. Grund ist die Höhenlage, weil der sehr ergiebige Mainiederschlag nur in der Höhe oberhalb von 2500 m mehrheitlich als Schnee fiel. Die Daten im Mai sind interpoliert, aber die Messung am 5. Mai mit 212 cm wurde durchgeführt.

Im Talboden des Oberengadins nahm die Schneehöhe nach Anfang März ab.

### Wasserwerte<sup>1</sup> der Schneedecke

Am Alpennordhang wurden maximal die Hälfte bis drei Viertel des bisher maximalen Wasserwertes in der Schneedecke gespeichert. Eine Ausnahme stellt Elm (1690 m) dar, denn hier waren die Verhältnisse durchschnittlich (das heisst 95% des durchschnittlichen maximalen Wasserwertes wurden erreicht).

Im Wallis liegen die Werte zwischen 46% (Zermatt) und 87% (Valleé du Trient).

In Graubünden liegen die Werte zwischen 40% (Klosters) und 87% am Weissfluhjoch. Absolut ist der Unterschied noch grösser: 140 mm in Klosters, 740 mm am Weissfluhjoch. Der Unterschied kommt durch die Niederschlagszunahme mit der Höhe und den längeren Winter auf 2540 m verglichen mit 1200 m in Klosters zustande. Die Maxima wurden auch zu verschiedenen Zeitpunkten erreicht, in Klosters Mitte März, am Weissfluhjoch zwei Monate später - Mitte Mai.

Im Tessin wurde nur rund ein Drittel des langjährigen Mittelwertes erreicht, keine Station erreichte 50% der sonst üblichen Wasserwerte. Die Station Robiei zeigt die Variabilität der Schneemengen im

nördlichen Tessin eindrücklich. 2001/02 wurde 195 mm als maximaler Wasserwert der Schneedecke ermittelt, der Mittelwert beträgt 845 mm, das Maximum 2141 mm.

Im Engadin war die im Schnee gespeicherte Wassermenge sehr unterschiedlich. An der höchst gelegenen Station Corvatsch (2690 m) wurde der Mittelwert erreicht, im Talboden (Zuoz) wurde maximal 13% des Mittelwertes erreicht (max. Wasserwert war nur 24 mm).

Im Winter 2001/02 wurden an 78 Schneeprofilstandorten nur an 42 die Maxima ermittelt. An vielen Stationen wurde das Maximum nicht mehr erfasst, weil die Messungen zu früh beendet wurden oder beendet werden mussten, weil der Zugang zum Messfeld nicht mehr mit vertretbarem Aufwand möglich war.

### Temperaturen

Der Oktober 2001 war einer der wärmsten seit Messbeginn. Am 13. Oktober wurde auf dem Jungfrauoch (3580 m) eine Lufttemperatur von +6.6°C gemessen. Der November und Dezember 2001 waren dann etwas kälter als normal.

Das Jahr 2002 setzte die Reihe warmer Jahre seit 1997 fort. Februar, März und Juni waren extrem warm. Speziell in den Niederungen war es im Februar und März um 2.5 bis 5°C zu warm. Vom 14. bis 23. Juni sorgte eine ungewöhnlich lange und extreme Hitzeperiode für einen sehr raschen Abbau der Schneedecke.

Einzig der September 2002 war in den Bergen zu kalt.

<sup>1</sup>Erläuterungen zu Wasserwert und maximaler Wasserwert in den Bemerkungen (Seite 22)

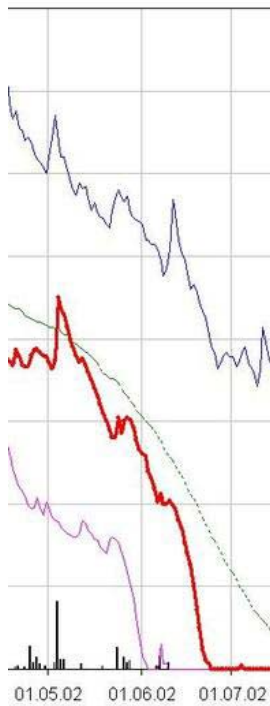


Abbildung 17: Schneehöhenverlauf am Weissfluhjoch (2540 m) von Mai und Juni 2002. Die sehr rasche Abnahme der Schneehöhe (rote Kurve) fällt mit der Hitzeperiode zusammen. In dieser Zeit (11. bis 26. Juni) lag die Temperatur auf 2500 m zwischen 0 und +17 °C (Maximum am 18. Juni). Pro Tag wurde die Schneedecke um 5 - 14 cm dünner. Der bisher schnellste registrierte Abbau der Schneedecke war im Frühjahr 1938 wo der letzte Meter mit durchschnittlich 9 cm pro Tag abschmolz. 2001/02 lag dieser Wert bei 8 cm pro Tag.

Der durchschnittliche Ausaperungstermin am Weissfluhjoch ist der 7. Juli. 2002 aperte es am 24. Juni aus, also zwei Wochen früher als normal (vgl. Abbildung 17).



## Entwicklung der Schneedeckenstabilität

Die folgenden Schneedeckenstabilitätskarten stellen die Ergebnisse zahlreicher Schneedeckenuntersuchungen in den Schweizer Alpen dar. Diese Schneeprofile wurden nach einheitlichen Kriterien beurteilt und einer von drei Klassen zugeordnet, die auf den Karten als grüne (gute, stabile Schneedecke), gelbe (mittlere) und rot (schwache) Profilsymbole dargestellt sind. Fast alle Schneeprofile stammen von 30 bis 40° steilen Hängen und beinhalten einen Rutschblocktest.

In allen Regionen lag zu Winterbeginn im **November** wenig Schnee (vgl. Abbildung 18), insbesondere im Süden.



Abbildung 18: Parsennskigebiet mit Weissfluhgipfel (2843 m) vor Saisonbeginn am 22.11.2001. An eine Öffnung ist ohne Kunstschnee wegen der geringen Schneelage noch nicht zu denken (Foto: SLF / T.Wiesinger).

Die dünne Schneedecke und die tiefen Schneoberflächentemperaturen führten im **Dezember** zu aufbauender Schneeuwandlung, meist der gesamten Schneedecke.

### Schneedeckenstabilitätskarte

Freitag, 4. Januar 2002  
Ausgewählte Profile vom 28. Dez. 2001 bis 4. Jan. 2002

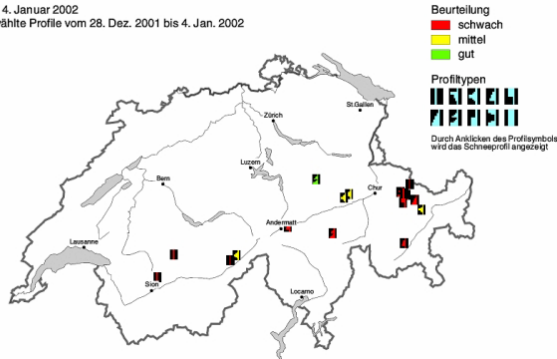


Abbildung 19: Schneedeckenstabilitätskarte von Anfang Januar 2002.

Die Stabilität der Schneedecke war zum Jahreswechsel in den meisten Gebieten schwach (vgl. Abbildung 19). Mehrere Gründe waren dafür verantwortlich: Mehrheitlich unterdurchschnittliche Schneehöhen (vgl. Abbildung 23), Regen bis 2500 m am 30. November, tiefe Temperaturen Mitte Dezember sowie viele Strahlungsnächte. Alle Faktoren trugen zur Bildung von kantigen Kristallen in Bodennähe, in der Umgebung von Krusten oder gar über die gesamte Schneedecke bei. Die Kombination dieser Schneedecke mit Schneefällen Ende Dezember im Norden von 10 bis 60 cm verbunden mit Wind (vgl. Abbildung 20) und Weihnachtsferien führten zu einer ersten Häufung von Lawinenunfällen. (27 Unfälle zwischen dem 28. Dezember und 4. Januar mit 4 Todesopfern).



Abbildung 20: Sturm und massive Schneeuumlagerung bei tiefen Temperaturen (-15°C) am Chäserrugg/SG (2280 m), im obersten Einzugsgebiet der Schattenbachloui, Walenstadt/SG. Der abgelagerte Triebtschnee war sehr locker (Foto: SLF / T. Wiesinger, 27.12.2001).

Ab dem 29. Dezember wurde die Lawinengefahr im Norden grossflächig mit Stufe 4 (gross) eingestuft. In den Tagen davor gab es zwar immer wieder Zeichen für grosse Instabilität (Rissbildung, massive Wumm-Geräusche) aber die abgleitende Masse der Lawinen war meist noch relativ gering. Erst mit den weiteren Schneefällen zu Monatsende wurden die Lawinen grösser und kamen weiter in die Täler voran. Die starken Winde in der letzten Dezemberdekade führten zu einer massiven Schneeuumlagerung (vgl. Abbildung 20). Die Folgen waren ein sehr unterschiedlicher Schneedeckenaufbau und ein stellenweises Freilegen der Kruste von Ende November. Im südlichen Wallis waren die Gletscher auf 3000 m teilweise blank, Schnee lag nur in windgeschützten Mulden. Da in den schneereicheren Gebieten die Verhältnisse kleinräumig sehr unterschiedlich waren und Schwachschichten in der Schneedecke vorhanden waren, war die Einschätzung der Lawinengefahr schwierig.

Die Lawinensituation zum Jahreswechsel war heikel. Das Lawinenrisiko war hoch, weil sehr viele Wintersportler unterwegs waren. Die Gefahr war innerhalb eines Hanges oft schwierig zu beurteilen, aber allgemein war sehr klar, dass es gefährlich war. Viele lawinenbildende Faktoren trafen zusammen. So stand im Lawinenbulletin Ende Dezember: «Eine wenig verfestigte Schneedecke, ein massiver Temperaturanstieg über 2 Tage von rund 20 Grad, Neuschnee und stürmischer Westwind haben zu einem markanten Anstieg der Lawinengefahr geführt.»



Abbildung 21: Blick auf Pontresina und den gleichnamigen Schafberg am 06.01.2002. In Schattenlagen oberhalb von 2000 m liegt eine dünne, kantig aufgebaute Schneedecke. Die Täler und Südhänge bis auf 2400 m sind praktisch schneefrei (Foto: Frank Techel).

Durch die angewachsenen Schneehöhen war die Bildung von Tiefenreif jedoch geringer als im Dezember und kam mit den steigenden Temperaturen Ende Januar zum Erliegen. Zum Monatsende stieg die Nullgradgrenze vorübergehend sogar wieder auf 3000 m. Die Niederschlagsmengen waren bescheiden, besonders im Süden. Hier herrschte bereits seit Oktober Trockenheit. Skifahren war nur auf Kunstschnee möglich. Es herrschte Waldbrandgefahr. Im Unterengadin begann eine nicht beschneite Piste durch eine vom Sessellift achtlos weggeworfene Zigarette zu brennen. Ende Januar waren die Schneehöhen relativ zum langjährigen Mittel gering: Am Alpensüdhang, im Oberengadin und im Münstertal erreichten die Werte 0 bis 30%, nördlich dieser Gebiete 20 bis 60%.

Für die Lawinengefahr bedeutete dies, dass sie Mitte Januar auf ein «Hochwinter- und Schneemangel-Gering» sank. Das heisst, es war entweder zu wenig Schnee für Lawinen vorhanden oder die Schneedecke war so stark kantig aufgebaut, dass sie keine Spannungen übertragen konnte und sich somit keine Schneebrettlawinen bilden konnten. Lokal lagen schattseitig noch kompakte Platten aus der windigen Zeit des Jahreswechsels. In derartigem Gelände ereigneten sich im Januar 3 tödliche Unfälle mit 4 Todesopfern. Meist waren die abgleitenden Schneemassen gering, aber das Gelände sehr steil und die Hänge lang. Diese Konstellation ist typisch bei Unfällen in den unteren Gefahrenstufen.

#### Schneedeckenstabilitätskarte

Freitag, 18. Januar 2002  
Ausgewählte Profile vom 12. Jan. 2002 bis 18. Jan. 2002

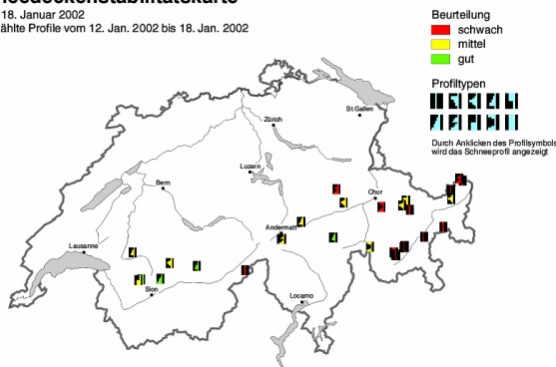


Abbildung 22: Schneedeckenstabilitätskarte von Mitte Januar 2002.

Bis Mitte **Januar** hat sich die Schneedecke nördlich der Linie Rhone - Rhein etwas stabilisiert. Inneralpin blieb sie schwach (vgl. Abbildung 22). Die Temperaturen waren nach dem Jahreswechsel tief. Unterhalb der Waldgrenze führten die kalten Temperaturen zu einer massiven Stabilitätszunahme. Ähnlich wie schon im Dezember sanken die Schneetemperaturen tief ab und Teile der Schneedecke wandelten sich in kantige Kristallformen um.

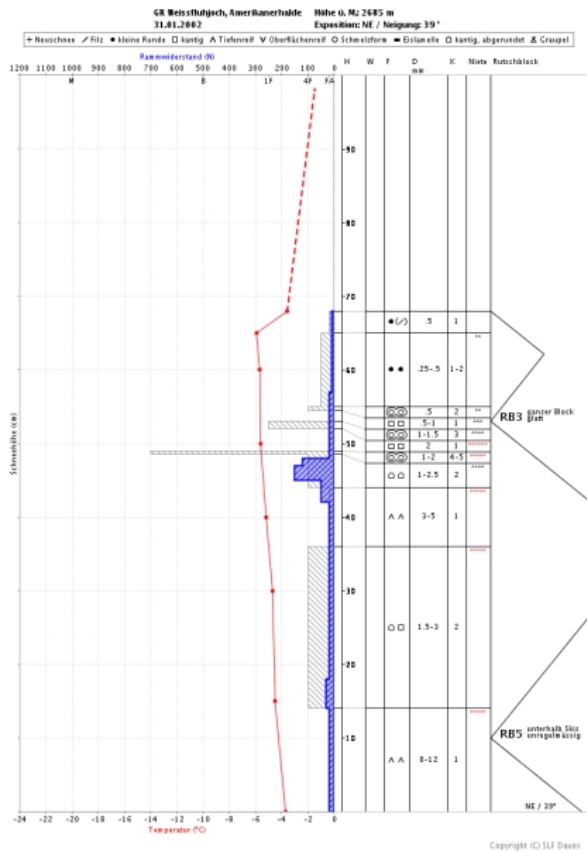


Abbildung 23: Schneeprofil am Weissfluhjoch (2685 m), schneearmer Nordosthang, aufgenommen am 31.01.2002. Der Schneedeckenaufbau ist schwach. Im oberen Bereich der Schneedecke sind mehrere Krusten ersichtlich, zwischen denen Schichten mit kantigen Kristallen gebildet wurden. Diese bauten sich gerade wieder langsam ab, weil die Temperaturgradienten klein waren. Die Schichten kantiger Kristalle, eingebettet zwischen nicht tragfähigen, dünnen Krusten, waren von Dezember bis Februar störfähig. Die Krusten wurden durch wiederholte Regenfälle gebildet, was in dieser Höhenlage untypisch ist.

**Schneedeckenstabilitätskarte**

Montag, 4. Februar 2002  
Ausgewählte Profile vom 26. Jan. 2002 bis 4. Feb. 2002

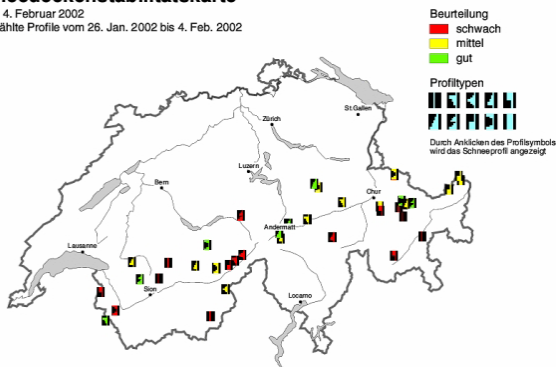


Abbildung 24: Schneedeckenstabilitätskarte von Anfang Februar 2002.

Die klaren Januarnächte und die Kälte in der ersten Monathälfte führten zur Bildung einer Oberfläche aus grösseren, kantigen Kristallen. Viele Profile Mitte Januar zeigten Oberflächenreif zwi-

schen 2 und 10 mm Grösse. Diese weichen Oberflächenschichten wurden oftmals mit einer Kruste überdeckt, bevor sie am 7. **Februar** eingeschnitten wurden. Nach dem 7. Februar gab es besonders inneralpin sehr deutliche Anzeichen grosser Instabilität. Personen berichteten: «Wummgeräusche, Rissbildung, und Fernauslösungen auf Schritt und Tritt», oder «einem Gehen wie auf Nadeln» oder einer «Wheimtückischen Situation wie noch nie so erlebt». In dieser Phase wurden erneut sehr viele Lawinen durch Personen ausgelöst, spontane Lawinen hingegen waren selten.

Ein SLF-Beobachter beschrieb wie folgt: «Wir stiegen über einen Südhang auf, dieser war gut verfestigt. Am Grat schaute ich in den Nordwesthang und sah, dass der Schnee hier noch trocken war. Es lagen rund 40 cm Neuschnee auf der alten, kantigen Oberfläche. Während mein Partner noch den Südhang heraufkam, suchte ich nach einem Weg zu einem geeigneten Profilstandort in Gratnähe. Ich stieg mit den Skis einige Schritte hinter, zu einem herausragenden Felsen, wo ich die schwächste Stelle im Hang vermutete. Mit dem rechten Ski stiess ich nach unten, etwa mit meinem halben Körpergewicht. Langsam und lautlos setzte sich der Schnee unter mir in Bewegung, und das auf einer Breite von 250 Metern. Es war als würde ein Reissverschluss lautlos geöffnet. Die Lawine hatte eine Anrissmächtigkeit von 50 bis 110 cm und räumte den ganzen Hang ab. Unten stiess sie noch rund 100 m ins Flache vor. Über Funk erfuhr ich, dass noch mehrere Lawinen in der Umgebung durch Personen ausgelöst wurden, jeweils ohne Schaden. Alle Lawinen sind im Bereich der doppelten Kruste gebrochen, die jetzt schon zweieinhalb Monate alt, und rund 30 bis 60 cm tief in der Schneedecke begraben war.»

**Schneedeckenstabilitätskarte**

Montag, 18. Februar 2002  
Ausgewählte Profile vom 12. Feb. 2002 bis 18. Feb. 2002

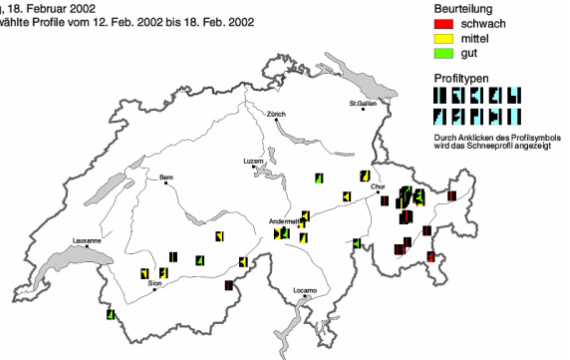


Abbildung 25: Schneedeckenstabilitätskarte von Mitte Februar 2002.

Die Schneedecke war Mitte Februar vor allem inneralpin sehr schwach (vgl. Abbildung 25). Im Gottshardgebiet, am Alpennordhang und im Prättigau war sie etwas mächtiger und stabiler. Diese Vertei-



lung blieb bis Anfang März unverändert.

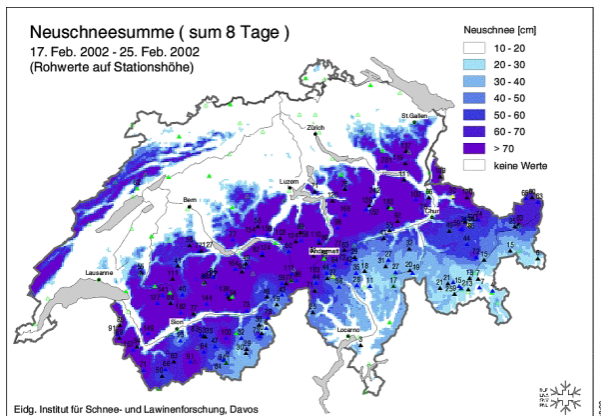


Abbildung 26: Neuschneesumme von 17. bis 25. Februar 2002. Dargestellt sind interpolierte Messwerte an benannten und automatischen Schneestationen.

Zwischen dem 17. und dem 25. Februar fiel im Norden mit Sturm wieder Schnee (vgl. Abbildung 26). Die Schneefallgrenze schwankte dabei zwischen Tallagen und bis zu 3000 m. Der Neuschnee war daher zeitweise locker, zeitweise feucht und schwer. Die Unterschiede waren in den täglichen Schneedichtemessungen aber kaum sichtbar. In Phasen mit hoher Schneefallgrenze (z.B. am 24. Februar) war die Aktivität von Nassschneelawinen hoch.

Mit diesen neuerlichen Schneefällen wurde die markante Schwachschicht tiefer in der Schneedecke begraben. Während des Schneefalls und unmittelbar danach gingen zahlreiche spontane Lawinen nieder. Für Skifahrer begann eine unangenehme Phase. Die Wahrscheinlichkeit eine Schneebrettlawine auszulösen wurde mit dem Neuschnee, und der damit noch tiefer begrabenen Schwachschicht kleiner - aber die Konsequenzen einer Lawinenauslösung wurden deutlich schwerwiegender, weil mehr Masse in Bewegung kam. Das bedeutet, dass ein Mitreissen mit anschließender Verschüttung wahrscheinlicher wurde. Lawinen waren in solchen Phasen meist nur an schneeärmeren Stellen auslösbar. Diese von aussen zu erkennen war schwierig. Die Lawinenlage war nicht nur heimtückisch und schwer einschätzbar, sie dauerte auch noch bis zur 2. Märzwoche, denn es trat keine Veränderung ein, welche die Situation deutlich entschärfte. Die Gefahr ging nur ganz langsam durch die zunehmende Verfestigung der oberflächennahen Schichten zurück.

Im Süden, inkl. dem südlichen Wallis lag bis zur Monatsmitte fast kein Schnee. In Robiei / TI (1890 m) wurde in 33 Jahren noch nie so wenig Schnee gemessen. Am 15. Februar schneite es dann das

erste Mal kräftig, allerdings nur regional vom Saastal bis zur Leventina. Die Schneehöhen waren aber immer noch rund 60% unter dem langjährigen Mittelwert. Bis Anfang April blieb die Schneemenge im Bereich des 33jährigen Minimums (Vergleichszeitraum 1966-2003, 1970-1974 fehlen).

Im Süden blieb es weiterhin trocken, im Norden war es mild. Dabei schneite es immer wieder im Osten auch ergiebig. Stufe 4 (gross) herrschte am 21. und 22. März, auf Ostern entspannte sich die Situation aber rasch.

Nach dem 15. Februar erreichte ein zweiter Kaltlufttropfen am 2. März von der Poebene her die südlichen Landesteile und brachte überraschend intensive Schneefälle und einen Anstieg der Gefahr im südlichen Graubünden bis ins Gotthardgebiet auf die Stufe 4 (gross). Die Neuschneemengen einer Nacht lagen zwischen 30 und 80 cm. Da die Altschneedecke in diesen Gebieten nach der langen Trockenheit wenig tragfähig war, gingen zahlreiche spontane Lawinen ab (vgl. Abbildung 27). Die Lawinensituation entspannte sich aber rasch und Mitte Monat herrschen sehr gute Tourenbedingungen bis zum 18. März.



Abbildung 27: Grosse Lawinenabgänge am Galenstock / UR (Foto: Sepp Inderkum, 04.03.2002).

#### Schneedeckenstabilitätskarte

Samstag, 16. März 2002  
Ausgewählte Profile vom 12. März 2002 bis 16. März 2002

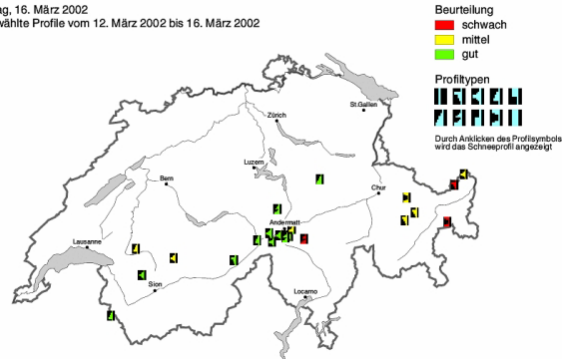


Abbildung 28: Schneedeckenstabilitätskarte von Mitte März 2002.



Am Alpennordhang, im westlichen Unterwallis und im Gotthardgebiet war die Schneedeckenstabilität Mitte März mässig bis gut. Inneralpin, also im Engadin, in Mittelbünden und im zentralen Wallis war sie schwach (vgl. Abbildung 28).

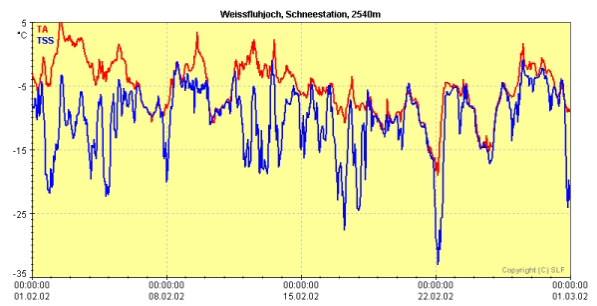
Ab dem 19. März begann eine viertägige Niederschlagsphase, die in den Schweizer Alpen 40 - 100 cm Neuschnee brachte. Entsprechend stieg die Lawengefahr wieder markant an und erreichte am 22. März in Graubünden erneut die Stufe 4 (gross). Es ereigneten sich mehrere Lawinenunfälle mit Personenbeteiligung, jedoch ohne Todesfolge.

Aussergewöhnlich schnell bildete sich die Lawengefahr zurück und war am 26. März schon wieder grossflächig auf der Stufe 2 (mässig), nachdem am 25. März, dem ersten Tag mit Sicht nach dem Schneefall, zahlreiche grosse Lawinen gesprengt wurden. Innerhalb von 10 Tagen sank die Gefahrenstufe von 4 (gross) auf 1 (gering) (in den selben Gebieten; 23. März - 3. April).

Nachdem am 23. März die Temperaturen markant sanken und sich verbreitet ein Harschdeckel bildete, herrschten über Ostern äusserst gute Tourenbedingungen, bei prachtvoller Tourenwetter. Entsprechend war die Tourenaktivität sehr hoch, verlief jedoch ohne Lawinenunfälle, abgesehen von einem Unfall mit einer leichtverletzten Person am 29. März an einem extrem steilen Hang im Hochgebirge.

#### **Bemerkung 1: Bedeutung der relativ hohen Lufttemperaturen für die Schneedeckenstabilität**

Mehrmals wurde darauf hingewiesen, dass die Temperaturen im Februar hoch waren (vgl. Abbildung 29). Hohe Lufttemperaturen im Hochwinter bei sonnigem Wetter führten an Schattenhängen wegen der negativen Strahlungsbilanz nicht zu einer Setzung und Verfestigung der Schneedecke (vgl. Abbildung 30).



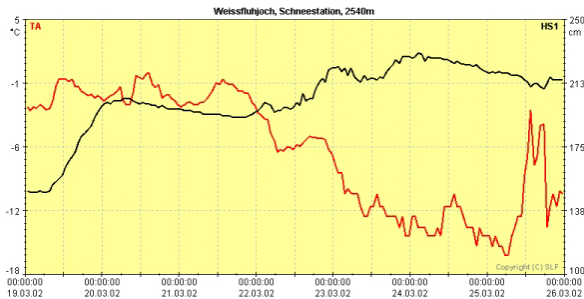
*Abbildung 29:* Verlauf der Lufttemperatur (TA, rot) und der Temperatur an der Schneeoberfläche (TSS, blau) an der ENET Station Weissfluhjoch (2540 m). Wenn die Kurven nahe beieinander liegen deutet dies auf bedeckten Himmel, evtl. auch Schneefall hin. War der Himmel jedoch klar, so gehen die Kurven deutlich auseinander. Die Lufttemperatur schwankte zwischen +5 und -17 °C. Die Schneeoberflächentemperatur lag jedoch oft deutlich tiefer. Vor allem an wenig besonnten Hängen führte dies zu massiver aufbauender Schnee-Umwandlung.



*Abbildung 30:* Rutschblocktest am 1. März am Jatzhorn, Davos. Der Schnee war zu locker, um den Rutschblock auslösen zu können. Für das Rammprofil wurde kein Rammbar benötigt, die Rohre allein sanken bis zum Boden durch die Schneedecke. Ohne Skis sank man bis zum Boden ein. (Profilort: 2420 m, Exposition Nord, 34 ° steil; 115 cm Schnee) (Foto: SLF / T. Wiesinger).

**Bemerkung 2: Besondere Lawinensituation am 25. März 2002 in der Landschaft Davos**

Die Einschätzung der Lawinengefahr lautete: Stufe 3 (erheblich), Triebsschneehänge aller Expositionen oberhalb von rund 2000 m.



*Abbildung 31:* Verlauf der Schneehöhe (schwarz) und der Lufttemperatur (rot) am Weissfluhjoch 2540 m, gemessen an der automatischen ENET Station. Die Schneehöhe hat in 5 Tagen um 80 cm zugenommen, die Neuschneesumme über 5 Tage betrug 118 cm mit einem Wasserwert von 164 mm (Dichte 67 bis 174 kg/m<sup>3</sup>). Die Lufttemperatur war beim ersten Schneefall auf 2540 m nur knapp unter null Grad, beim zweiten (22. und 23. März) und dritten (24. März) Schneefall war es mit -6° und -14°C deutlich kälter. Mit dieser Abkühlung konnte sich der wärmere Schnee deutlich verfestigen, nachdem er auf einer dünnen Kruste abgelagert worden war.



*Abbildung 32:* Guter Erfolg beim Lawinensprengen am Morgen des 25. März. Skigebiet Pischha, Davos / GR. Die Auslösung erfolgte zu Beginn einer deutlichen Erwärmung (siehe oben stehende Abbildung). (Foto: SLF / T. Wiesinger, 25.03.2002).



*Abbildung 33:* Sekundärlawine nach Lawinensprengung mit Abgang ins gegenüberliegende Tal. Am sichtbaren Zugriss beträgt die Neigung 10°. Die Lage des Zugrisses im ziemlich flachen Hang spricht für eine gute Kohäsion des abgleitenden Schnees (Foto: SLF / T. Wiesinger, 25.03.2002).



*Abbildung 34:* Sekundärlawine nach einer Lawinensprengung, Pischahorn, Klosters / GR. Zu beachten ist der dünne Riss, der in der Verlängerung der Anrissstirn sichtbar ist und alle Sekundärlawinen miteinander verband (Foto: SLF / T. Wiesinger, 25.03.2002).

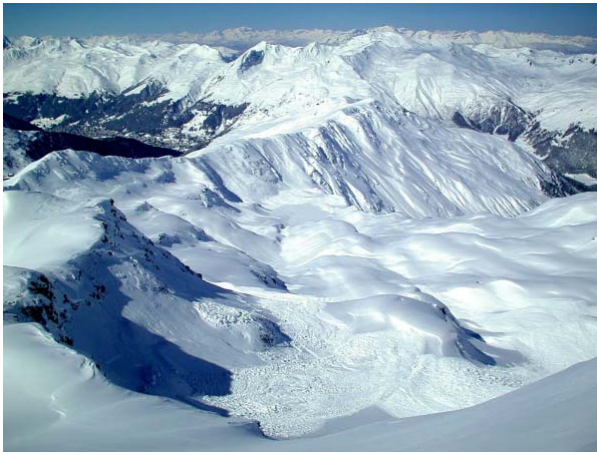


Abbildung 35: Blick von oben ins Tal «verborgen Pischa» mit einer Reihe frischer Schneebrettlawinen. Insgesamt wurden hier mindestens 13 vorwiegend mittlere Lawinen gezählt, die unbeabsichtigt mit einem Schuss zur künstlichen Lawinenauslösung ausgelöst wurden - und alle Lawinen waren mit einem sichtbaren, schmalen Riss, vertikal zur Schneeoberfläche miteinander verbunden. Die Länge dieses Risses betrug ca. 3.6 km, durch den ganzen am Bild sichtbaren Kessel (Foto: SLF / T. Wiesinger, 25.03.2002).

Die Witterung im **April** war unspektakulär. Immer wieder fiel geringer Niederschlag. Zur Monatsmitte wurde es im Gebirge winterlich. Zum Monatsende entwickelte sich durch Schneefälle und Sturm eine heikle Lawinensituation für Wintersportler. Zwischen dem 21. und 28. April ereigneten sich 4 Unfälle mit 5 Todesopfern, jeweils oberhalb von 3000 m. Alle Unfälle entstanden durch Auslösung frisch gebildeter Tribschneeansammlungen.

Vom 2. bis 6. **Mai** fielen vor allem im Süden enorme Neuschneemengen (vgl. Abbildung 36). Die Ursache der intensiven Niederschläge war eine markante Luftmassengrenze, die über der Schweiz lag und an deren Vorderseite sehr feuchte Luft gegen die Alpen gesteuert wurde, wo sie gestaut wurde. Vom 2. bis 4. Mai fielen im Goms, im Urnerland und in Mittelbünden 100 mm, im Urseren, in der Surselva und im Hinterrhein 200 mm und im Tessin 200 - 400 mm Niederschlag. Dabei stieg die Abflussmenge der Maggia in 48 Stunden von 3 - 4 m<sup>3</sup>/s auf 1050 m<sup>3</sup>/s an.

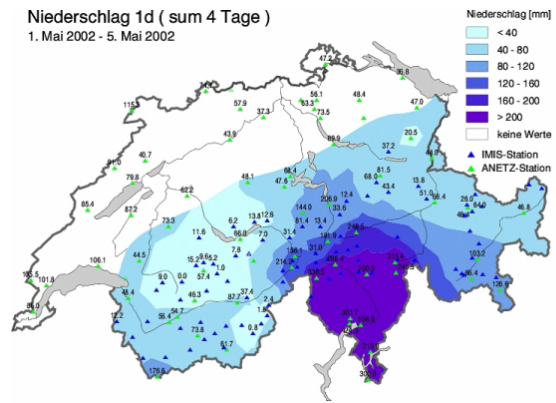


Abbildung 36: Niederschlagsmengen vom 1. bis 5. Mai 2002.

Die Schneefallgrenze lag zu Niederschlagsbeginn bei 2600 m und sank dann unter 1800 m ab. In Airolo, Gurtellen und im Obergoms schneite es zeitweise bis ins Tal.

Der Regen verursachte eine erste Welle der Lawinenaktivität. In der Folge gingen in allen Gebieten mit mehr als 50 cm Neuschnee grossflächig Lawinen auch aus Höhen über 3000 m ab (vgl. Abbildung 37).

Da in den Niederungen nur noch wenig Schnee lag, bzw. im Süden in diesem Winter generell wenig Schnee vorhanden war, drangen zwar einige Lawinen bis in die schneefreien, grünen Täler vor, die Gefahrenstufe 5 (sehr gross) wurde aber nicht erreicht. Die Lawinenaktivität war aber enorm. Nach Niederschlagsende bildete sich die Gefahr sehr rasch zurück, was für Lawinenperioden im Mai typisch ist.

Die Gefahr von Spaltenstürzen ging vorübergehend zurück. Die Schneelage auf den Gletschern des Alpenhauptkammes war aber noch immer unterdurchschnittlich.





*Abbildung 37:* Umfangreiche Lawinenaktivität am Tinzenhorn, Mittelbünden (Foto: SLF / T.Stucki, 06.05.2002).

Am 23. Mai wiederholte sich die Südstaulage in etwas abgeschwächter Form und mit höher liegender Schneefallgrenze. Die Niederschlagsmengen im Süden, in Mittelbünden und im südlichen und westlichen Wallis lagen im Mai bei mehr als 250% vom Normalwert. Damit war der Mai 2002 der nässeste Mai seit 100 Jahren bei durchschnittlicher Sonnenscheindauer. Der Niederschlag fiel jedoch nur im Hochgebirge zur Gänze als Schnee. In intensiven Niederschlagsphasen sank die Schneefallgrenze bis rund 1000 m ab.



## Lawinenaktivität

Der Lawinenaktivitätsindex ist ein dimensionsloses Mass für die Lawinenaktivität. Dabei werden die Lawinengrössen unterschiedlich gewichtet. Rutsche erhalten das Gewicht 0.01, kleine Lawinen das Gewicht 0.1, mittlere Lawinen das Gewicht 1 und grosse Lawinen das Gewicht 10. Pro Klasse werden die Anzahl gemeldeter Lawinen mit dem entsprechenden Gewicht multipliziert und die Resultate dann addiert. Der Lawinenaktivitätsindex erlaubt zu visualisieren, an welchen Tagen wie viele und wie grosse Lawinen abgegangen sind. Er wird separat dargestellt für trockene Lawinen und Nassschneelawinen (nasse und gemischte Lawinen). Datengrundlage bilden die Meldungen der SLF-Beobachter.

Der Lawinenaktivitätsindex muss unter folgenden Vorbehalten interpretiert werden:

- Der abgebildete Lawinenaktivitätsindex gilt für die ganzen Schweizer Alpen, ist also nicht in einzelne Regionen unterteilt. Er ist als grobe Angabe zu verstehen.
- Lawinenbeobachtungen hängen stark von den Sichtverhältnissen während der Beobachtung, von der Meldegenauigkeit und der Einschätzung des jeweiligen Beobachters ab. Häufig ist bei erhöhter Lawinenaktivität die Sicht so schlecht, dass viele Lawinen unbeobachtet bleiben oder erst später gesehen werden (was unter Umständen die Zuordnung des Abgangsdatums zu einem Tag erschwert).
- Die Lawinen beziehen sich auf die Gebiete, die von den Beobachtern eingesehen werden. Es werden nie alle Lawinen in den Schweizer Alpen beobachtet.
- Gemischte Lawinen (die als trockene Schneebrettlawine anreissen und weiter unten in nassen Schnee vorstossen) werden den Nassschneelawinen zugeordnet. Vor allem an Tagen mit trockenen Lawinen und Nassschneelawinen dürfte die Anzahl der Nassschneelawinen eher überschätzt sein.
- Keine Unterscheidung in spontane oder künstlich ausgelöste Lawinen.
- Beschränkt sich die Lawinenaktivität auf eine einzelne Region, so kann dort zwar die Lawinenaktivität hoch sein, der Index bleibt aber relativ klein, weil er sich auf die ganzen Schweizer Alpen bezieht.

- Im Mai ist die Beobachtungsdichte geringer als in der übrigen Zeit des Winters, was zu zusätzlicher Ungenauigkeit führt.

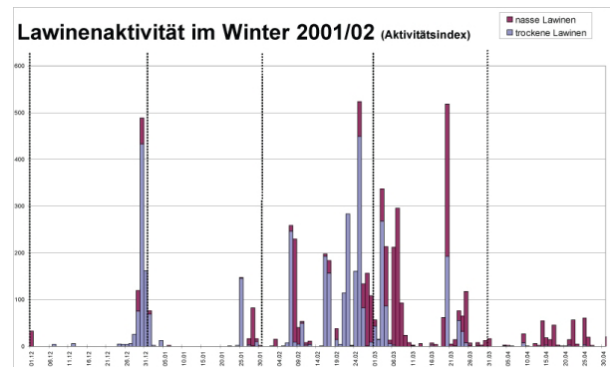


Abbildung 38: Lawinenaktivität im Verlauf des Winters 2001/02 in den gesamten Schweizer Alpen, dargestellt durch einen Aktivitätsindex (vgl. Abschnitt Bemerkungen (Seite 22)). Nasse Lawinen (rot) überwiegen etwas. Auffallend ist die Phase Ende Januar und im Februar, als im Hochwinter fast ausschliesslich nasse Lawinen registriert wurden.

Die Aktivität von Personenlawinen war zu folgenden Zeiten am höchsten:

- 28.12. - 4.01.: Alpennordhang und inneralpine Regionen, 27 dokumentierte Unfälle mit 4 Todesopfern.
- 21. - 25.02.: Unterwallis, 6 Unfälle, 2 Todesopfer
- 28.02. - 09.03.: v.a. inneralpine Regionen, 8 Unfälle, 6 Todesopfer
- 21.04.: Sustenpass, Doldenhorn, Piz Palü, 3 Unfälle (alle mit Anrissmächtigkeiten von nur 20 - 40 cm), 1 Todesopfer
- 27. - 28.04.: Unterwallis, Goms, Keschgebiet, 4 Unfälle, 4 Todesopfer

Insgesamt forderten Lawinenabgänge 24 Todesopfer. Beim folgenschwersten Unfall am Piz Vallatscha starben 3 Personen, die von einer Sekundärlawine in einem Tobel tief verschüttet wurden.

Bei den meisten Unfällen war der Schneedeckenaufbau ähnlich: Ein schwaches Fundament aus der schneearmen Früh- und Hochwinterperiode, teilweise kantige Zwischenschichten, überlagert von weichem, in einigen Fällen auch trügerisch hartem Triebsschnee. In vielen Fällen war die Gefährlichkeit des Schneedeckenaufbaus lokal schwer erkennbar und sehr dünne Schneedecken mit herausragenden Steinen oder Gras täuschten oft über die Instabilität hinweg.

Die Perioden mit grosser Lawinenaktivität waren im Hochwinter (Dezember bis März) gleichzeitig mit den Personenlawinen. Im April und Mai gingen die spontanen Lawinen zu anderen Zeiten ab als die von Personen ausgelösten Lawinen (vgl. Abbildung 38).

Neben den Personenschäden gab es nur sehr wenige dokumentierte Schadenlawinen. Die schadenreichste Lawine ging am 26.09.2002 am Schimbrig, Entlebuch / LU auf 1650 m ab und tötete 35 Schafe.

Umfangreiche Analysen und statistische Auswertungen zu den Lawinenunfällen sind in Harvey (2008) zu finden.

## Gefahrenstufen

Die prozentuale Verteilung der Gefahrenstufen des Nationalen Lawinenbulletins und das langjährige Mittel (12 Jahre) sind in Abbildung 39 illustriert. Die Verteilung für jeden Tag ist in Abbildung 40 ersichtlich, die Häufigkeit über 10 Jahre in Abbildung 41.

Folgende Punkte sind für die Häufigkeit und die flächige Verteilung der Gefahrenstufen im Winter 2001/02 charakteristisch:

- Die Gefahrenstufe 1 (gering) kam oft und langdauernd zur Anwendung, jedoch nur selten grossflächig. Einen grossen Anteil an der geringen Lawinengefahr hatte der Alpensüdhang.
- Zwischen dem 6. Februar und dem 11. März kam die Gefahrenstufe 1 (gering) gar nicht zur Anwendung. In dieser Phase wurde die Lawinengefahr oft als erheblich eingeschätzt, teilweise auch sehr grossflächig (auch am Alpensüdhang).
- Die Gefahrenstufe 4 (gross) wurde selten (4 Mal) und kleinräumig (Ausnahme am 30.12.) verwendet.
- Die Gefahrenstufe 5 (sehr gross) wurde nicht verwendet.

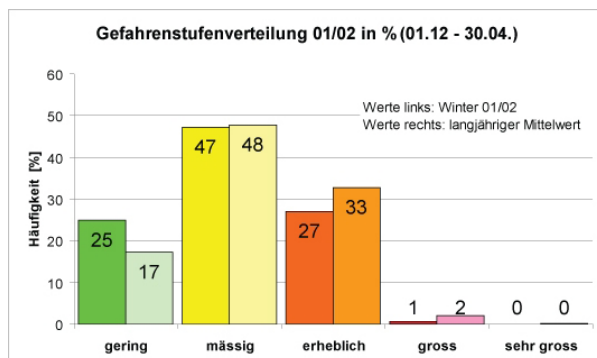


Abbildung 39: Prozentuale Verteilung der Gefahrenstufen für den Winter 2001/02 und im langjährigen Mittel (12 Jahre). Die Häufigkeiten wurden wie folgt ermittelt: Der Vergleich erfolgt anhand der nationalen Lawinenbulletins von 17 Uhr. Die Schweizer Alpen sind in 118 Teilgebiete aufgeteilt. Zur Ermittlung der Häufigkeit wird für jeden Tag ermittelt, wie viele Teilgebiete welcher Gefahrenstufe zugeteilt wurden. Diese Werte werden über alle Tage addiert und anschliessend durch die gesamte Anzahl der Einschätzungen dividiert. Der Vergleich erfolgt vom 01.12. bis 30.04. Ausserhalb dieser Zeitperiode vorgenommene Gefahreinschätzungen bleiben unberücksichtigt.

Die Verwendung der Gefahrenstufen wich im Winter 2001/02 teilweise deutlich vom langjährigen Mittelwert ab. Die Gefahrenstufe 1 (gering) wurde viel häufiger ausgegeben als normal. Die Stufen 3 (erheblich) und 4 (gross) wurden seltener verwendet als normal, Stufe 2 (mässig) etwas weniger. Die Gefahrenstufe 5 (sehr gross) kam nicht zur Anwendung.

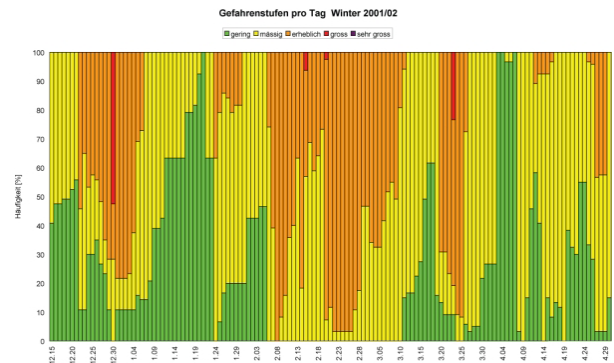


Abbildung 40: Verteilung der Gefahrenstufen pro Tag für den Winter 2000/01. Dargestellt ist jeweils die Gefahr, die mindestens für den Vormittag prognostiziert wurde. Das hat im Frühjahr die Konsequenz, dass in dieser Abbildung kein Tagesgang der (Nassschnee-) Lawinengefahr dargestellt ist. Zudem kann an einem Tag die Stufe 3, am nächsten schon die Stufe 1 gelten - abhängig von der Nassschneelawinengefahr am Vormittag. Die Prozentangaben bedeuten exakt «Prozent der Teilgebiete», was näherungsweise den Prozent der Fläche der Schweizer Alpen entspricht.

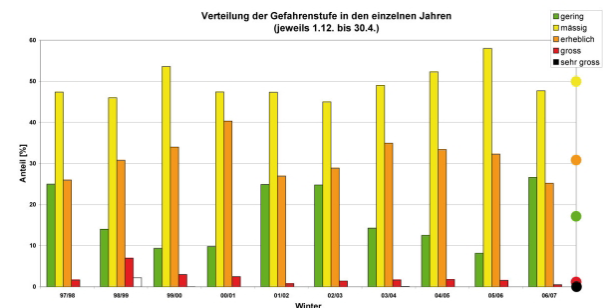


Abbildung 41: Verteilung der Gefahrenstufen für die Winter 1997/98 bis 2007/08. Die Häufigkeit der Gefahrenstufen schwankt von Winter zu Winter stark in Abhängigkeit der Gefahrenentwicklung. Ganz rechts sind die Mittelwerte pro Gefahrenstufe über 12 Jahre aufgetragen.

## Lawinenbulletins

Ausgabeperioden der Lawinenbulletins für das hydrologische Jahr 2001/02 (1. Oktober 2001 bis 31.09.2002).

<b>Produkt</b>	<b>Datum</b>
Mitteilungen Herbst	07.11.2001
	09.11.2001
	12.11.2001
	15.11.2001
Erstes tägliches Nationales Lawinenbulletin	22.11.2001
Erste Regionale Lawinenbulletins	12.12.2001
Letzte Regionale Lawinenbulletin	14.04.2002
Letztes tägliches Nationales Lawinenbulletin	12.05.2002
Mitteilungen Frühling und Sommer	14.05.2002
	16.05.2002
	18.05.2002
	20.05.2002
	22.05.2002
	25.05.2002
	27.05.2002
	30.05.2002
	04.06.2002
	07.06.2002
	11.06.2002
	15.08.2002
	Mitteilungen Herbst
72 Bulletins für die Winteroffenhaltung der Gotthard Passstrasse (vgl. Bemerkungen)	26.11. bis 20.12.01



## Sommer (Juni bis September 2002)

**Juni:** Heiss, sehr rasche Schneeschmelze

Zu Monatsbeginn (4. und 5. Juni) schneite es noch einmal, die grössten Mengen fielen auf der Alpensüdseite und im Wallis. Die Schneefallgrenze sank von 3500 m auf 2200 m ab. Danach wurde es heiss und die Schneedecke schmolz schneller als in anderen Jahren ab. Die Skitourensaison ging rasch zu Ende. Im Juni 2003 sollte sich dasselbe Muster wiederholen. In beiden Jahren war der Juni im Gebirge rund 4° zu warm. Die Nullgradgrenze lag meist im Bereich von 4000 m, zeitweise deutlich darüber. Auf dem Jungfrauojoch (3600 m) wurden maximal +11.8° gemessen.

**Juli:** sehr wechselhaft, sowohl bei den Temperaturen als auch beim Niederschlag

Im Juli schneite es am 4. und 26. unbedeutende Mengen. Vom 12. - 18. Juli gingen heftige Gewitter nieder. Die Wetterlage war untypisch. Die Gewitter begannen meist im Süden und die Gewitterherde dehnten sich dann über die Alpen bis zu den nördlichen Voralpen aus. Die Schneefallgrenze lag dabei jeweils im Hochgebirge. Schäden entstanden durch lokale Erdbeben und Überschwemmungen vor allem in den nördlichen Voralpen.

**August:** weiterhin wechselhaft, lokal heftige Gewitter - dort mehr Regen als normal

Im August schneite es im Hochgebirge am 11. und 12. unbedeutende Mengen. Am Eiger starb eine Person beim Abstieg in der Westflanke durch einen Lawinenabgang mit anschliessendem Absturz.

Die ungewöhnliche Grosswetterlage vom Juli wiederholte sich im August. Am 11. und 12. gingen im Toggenburg heftige Gewitter nieder, vorerst aber noch ohne Schaden. Zu Monatsende bildeten sich erneut heftige Gewitter in der schwülwarmen Luft und es kam zu extremen Regenfällen, die in der Nacht zum 1. September auch zu Schäden und 3 Todesopfern nach einem Erdbeben in der Ostschweiz führten.

Die Schweiz kam bei dieser Wetterlage vergleichsweise glimpflich davon. Etwas weiter östlich, in Bayern, Oberösterreich, Tschechien und besonders in Sachsen, brachten die extremen Niederschläge Jahrhunderthochwässer.

**September:** Massiver Kaltlufteinbruch mit Schnee und Sturm im Gebirge - gefährliche Lawinenver-

hältnisse

Ein Kaltlufteinbruch brachte ab dem 22. September 10 - 60 cm Neuschnee (vgl. Abbildung 42). Der Schneefall war begleitet von teilweise starken Nordwinden.

Am Alpensüdhang blieb es praktisch niederschlagsfrei. Vielerorts fiel der Schnee auf aperen Boden. In Nordhängen oberhalb von rund 3000 m fiel er aber verbreitet auf bestehenden aufgebauten Altschnee. Die Verbindung zu diesem Schnee war schlecht. Spröde Schneebrettlawinen waren leicht auslösbar.

Kaltlufteinbrüche und erste Schneefälle im Gebirge sind um diese Zeit normal. Betrachtet man die Schneefallgrenze (minimal 600 m), so war dieser Wintereinbruch jedoch extrem und kommt in dieser Form nur rund ein Mal in 100 Jahren vor. Die Temperaturen lagen rund 10° tiefer als normal um diese Jahreszeit, auf den Bergstationen wurden Temperaturminima von -10° bis -14° gemessen (25. September). In diesem Fall waren noch viele Bergsteiger im Gebirge unterwegs und daher betroffen. Es handelte sich um eine sehr heikle Situation, bei der sich mit viel Glück keine tödlichen Unfälle ereigneten.

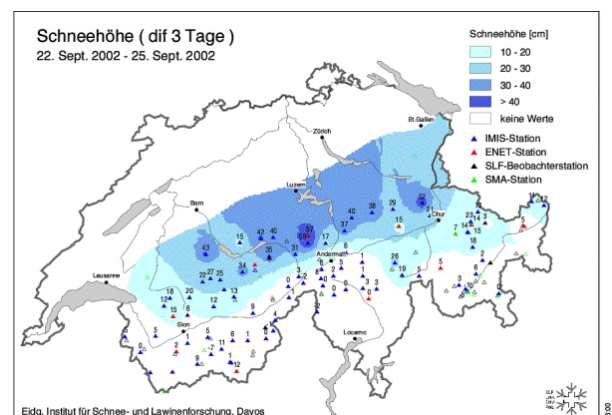


Abbildung 42: Schneehöhendifferenz von 22. bis 25. September 2002 (wenn man diese Werte mit Neuschneesummen vergleichen will, muss man die Setzung noch hinzuzählen, die Schneehöhendifferenzwerte sind etwa 5 - 15 cm kleiner als die Neuschneesummen). Weisse Flächen zeigen Gebiete mit sehr wenig Neuschnee.

## Bemerkungen

### Winteroffenhaltung Gotthardpass

Nach der Brandkatastrophe im Gotthardtunnel im Oktober 2001, wurde das SLF gebeten, die Kantone Tessin und Uri bei der Offenhaltung der Passstrasse bei der Lawinenwarnung zu unterstützen. In kürzester Zeit wurde ein Gutachten erstellt, das die Lawinengefahr und die damit verbundenen Risiken auf der Gotthard Passstrasse beschreibt. Messfelder wurden errichtet, Personal wurde geschult und eine automatische Wetterstation errichtet. Vom 26.11. bis 20.12.2001 wurden insgesamt 72 Spezial-Bulletins vom Lawinenwarndienst zur Lawinengefahr am Gotthardpass erstellt, die de facto über Offenhaltung oder Schliessung entschieden. Alle Anstrengungen verfolgten das Ziel, den Pass so lange wie möglich offen zu halten, ohne unverantwortliche Risiken einzugehen. Durch die Beschleunigung der Tunnelöffnung gegenüber dem ursprünglichen Renovationsplan und wegen der enormen Anstrengungen aller Beteiligten war das «Unternehmen Offenhaltung Gotthardpassstrasse» erfolgreich. Die geringen Schneehöhen bis zum Zeitpunkt der Wiederöffnung des Tunnels kamen allen Beteiligten sehr entgegen. Ab dem 21.12., also am Tag der Tunnelwiedereröffnung, begann es auf der Nordseite des Passes zu schneien und vor allem zu stürmen, so dass eine längere Offenhaltung wahrscheinlich nicht möglich gewesen wäre.

### Verifikation, Stand Herbst 2002

Im Winter 2001/02 wurden am SLF zu Forschungszwecken umfangreiche Schneedeckenuntersuchungen durchgeführt, mit dem Ziel die Aussagen zur Lawinengefahr im Lawinenbulletin auf einer Fläche von rund 400 km<sup>2</sup> zu verifizieren.

Dazu wurden in insgesamt 8 Untersuchungsphasen von je zwei Tagen jeweils rund 60 - 80 Schneeprofile mit Rutschblock gegraben und untersucht.

### Resultate:

- Die prognostizierte Lawinengefahr (Nationales Lawinenbulletin) war mit kleineren Abweichungen im Raum Davos korrekt (Gefahrenstufe, Exposition und Höhenlage).
- Die Korrelation zwischen Lawinengefahr und Lawinenaktivität war (erstaunlicherweise) gering. Daraus folgt: Eine Verifikation alleine durch Lawinenbeobachtungen ist (auch bei höheren Gefahrenstufen) nicht machbar.

- Für die einzelnen Gefahrenstufen wurden typische Stabilitätsverteilungen in der Schneedecke gefunden (vgl. Abbildung 43).

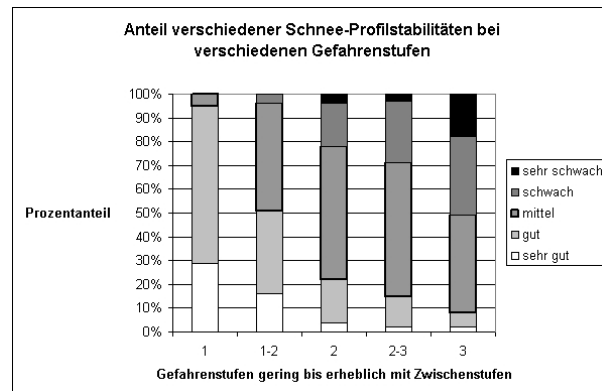


Abbildung 43: Die Schneedeckenstabilität wurde durch festgeschriebene Regeln (Schweizer 2002) in 5 Stufen klassifiziert, von sehr gut bis sehr schwach; z.B. bei Gefahrenstufe 2 (mässig) ist folgende Verteilung in der Schneedecke typisch: 4% der Profile zeigen sehr gute Stabilität, 18% gute, 56% mittlere, 18% sind schwach aufgebaut und 4% sehr schwach. Im Vergleich dazu bei erheblicher Lawinengefahr sind 33% schwach und 18% sehr schwach.

Positiv an dieser Methode zur Beschreibung der Gefahrenstufen ist die klare Einteilung. Negativ ist, dass diese Ergebnisse im Gelände nicht mit vertretbarem Aufwand nachvollziehbar sind.

- Die Schneedeckenstabilität zeigt signifikante Unterschiede mit unterschiedlicher Exposition und Höhenlage. Strahlung und Wind sind die entscheidenden Grössen, die die Variabilität der Schneedeckenstabilität erzeugen.
- Einzelne Stabilitätstests reichen nicht aus für eine Verifikation - aber erfahrene Schneedeckenuntersucher benötigen nur wenige Tests, um verlässliche Resultate zur Lawinengefahr zu liefern.
- Profillorte mit unterdurchschnittlich viel Schnee zeigten geringere Stabilität und waren aussagekräftiger.
- Personen mit viel Erfahrung in der Profilstandortwahl wählten Orte mit signifikant geringerer Stabilität - d.h. die Stabilität ist von aussen mit viel Erfahrung und guter Sicht teilweise optisch erkennbar.
- Die angewandte Methodik lässt sich nicht operationell auf grosse Flächen wie einen Kanton oder die Schweizer Alpen übertragen.

Mehr dazu in: Schweizer (2002) und Wiesinger (2000)

## Erläuterungen zum Lawinenaktivitätsindex

Die Berechnung des hier verwendeten Lawinenaktivitätsindex geschieht wie folgt:

Generell wird zwischen trockenen und nassen Lawinen unterschieden und diese werden auch getrennt dargestellt.

Zu den nassen Lawinen zählen: nasse Schneebrettlawinen, nasse Lockerschneelawinen, trockene und nasse Schneebrett- und Lockerschneelawinen (d.h.: wenn ein Beobachter an einem Tag trockene und nasse Lawinen gleichzeitig beobachtet hat und sie als «gemischt» klassiert, so zählen sie in der Berechnung zu den nassen Lawinen. Im Nachhinein sind diese Lawinen untrennbar.)

Zu den trockenen Lawinen zählen alle trockenen Schneebrett- und Lockerschneelawinen.

Grösse:

- Lawinen mit der Codierung «Beobachtung nicht möglich» und «Keine Lawinen» wurden im Lawinenaktivitätsindex nicht verarbeitet.
- Die Lawinenmeldungen wurden gewichtet, um grossen Lawinen mehr Gewicht zu geben als kleinen. Folgende Gewichtungen wurden vorgenommen:
  - Anzahl kleine Lawinen \* 0.1
  - Anzahl mittlere Lawinen \* 1
  - Anzahl grosse Lawinen \* 10

Gemischte Lawinen können sein: mehrere trockene und mehrere nasse Lawinen - oder: Lawine brach oben als (wahrscheinlich) trockene Lawine ab und kam unten als nasse Lawine an.

Mehrere Lawinen: die Anzahl der Lawinen verschiedener Grösse ist bekannt. Wurden jedoch trockene und nasse Lawinen beobachtet, so ist die Aufteilung unklar.

## Wasserwert und maximaler Wasserwert

Jeden Monat wird an zahlreichen Vergleichsstationen die Schneedecke untersucht. Dabei werden auch die Dichte des Schnees und der Wasserwert gemessen. Das ist die Höhe der Wassersäule die stehen bliebe, wenn man den Schnee schmilzt. Der

Wasserwert wird alle zwei Wochen ermittelt. Klimatologisch interessant sind der maximale Wasserwert des Winters und derjenige aller Winter in denen der Wasserwert ermittelt wurde.

## Personelles

Monique Aebi und Dario Schwörer begannen im Winter 2001/02 die Ausbildung zum/r Lawinenprognostiker/in. Dario Schwörer verliess zum Saisonende den Lawinenwarndienst.

Beat Aeberhardt war Praktikant im Lawinenwarndienst.

## Literatur

Harvey, S., 2008: Lawinenunfälle in den Schweizer Alpen, Winter 2001/02, Personen- und Sachschäden. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF. 111 S.

Schweizer, J., K. Kronholm and T. Wiesinger. 2002. Snowpack stability variation at a given danger level. Proceedings International Snow Science Workshop, Penticton, British Columbia, Canada, 29 September - 4 October 2002, pp. 175-179.

Wiesinger, T. and J. Schweizer. 2000. Snow profile interpretation. Proceedings International Snow Science Workshop, Big Sky, Montana, U.S.A., 2-6 October 2000, pp. 223-239.