



Heft 51, 2016

WSL Berichte

ISSN 2296-3456



Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen

Hydrologisches Jahr 2015/16

Benjamin Zweifel, Christine Pielmeier, Christoph Marty,
Frank Techel, Lukas Stoffel, Marc Ruesch, Yves Bühler



WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF



Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
CH-8903 Birmensdorf

Heft 51, 2016

WSL Berichte

ISSN 2296-3456

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen

Hydrologisches Jahr 2015/16

Benjamin Zweifel, Christine Pielmeier, Christoph Marty,
Frank Techel, Lukas Stoffel, Marc Ruesch, Yves Bühler

Herausgeber

WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos
Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL,
Birmensdorf

Verantwortlich für die Herausgabe der Schriftenreihe
Prof. Dr. Konrad Steffen, Direktor WSL

Verantwortlich für dieses Heft
Dr. Jürg Schweizer, Leiter SLF und der Forschungseinheit Lawinen und Prävention

Schriftleitung: Sandra Gurzeler, WSL
Layout: Benjamin Zweifel, SLF

Zitiervorschlag:

ZWEIFEL, B., PIELMEIER, C., MARTY, C., TECHEL, F., STOFFEL, L., RUESCH, M., UND BÜHLER, Y., 2016:
Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2015/16. WSL Ber. 51: 99 S. ISSN
2296-3448 (Print) / 2296-3456 (online)

«Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen» ersetzt «Wetter, Schneedecke und Lawinengefahr», und
enthält zusätzlich die Lawinenunfälle in den Schweizer Alpen.

Bezug:

http://www.slf.ch/schneeinfo/wochenbericht/2015-16/Jahresbericht/index_DE
<http://e-collection.ethbib.ethz.ch/view/eth:20002?q=winterbericht>

Datengrundlagen:

Wetter, Schneedecke und Lawinengefahr: Messnetze des SLF und der MeteoSchweiz, Lawinenbulletin des
SLF

Lawinen mit Personen- und Sachschäden: Kantonale Polizeidienststellen, Kantonale Forst- und Tiefbauäm-
ter und Naturgefahrenabteilungen, Schweizerische Rettungsflugwacht Rega, Kantonale Walliser Rettungs-
organisation OCVS-KWRO, Maison FXB du Sauvetage, Air Glaciers, Air Zermatt, Heli Bernina, Pisten-
rettungsdienste, Alpine Rettung Schweiz, Unfallbeteiligte und Augenzeugen, SLF-Beobachter, Bergführer,
Tourenleiter und Skilehrer

Karten: Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100118/JD100040)

Umschlag von oben nach unten:

Der Frühwinter war extrem schneearm. Kein (Natur-)Schnee in Davos (1560 m, GR) Ende Dezember ist in
der 123-jährigen Messreihe (seit 1893) vorher noch nie vorgekommen (Foto: SLF/Th. Stucki, 26.12.2015).

Auch im weiteren Winterverlauf war es viel zu warm und Ende Januar regnete es bis über 2500 m ü. M.
(Segnasboden, Flims, GR). Die Schneeoberfläche war verbreitet bis in hohe Lagen von Rillen gezeichnet,
die durch den Wasserabfluss entstanden. (Foto: M. Ulmer, 01.02.2016).

Mächtiger Anriss einer spontanen Schneebrettlawine an einem Nordwesthang unterhalb vom Péz Medel
(3210 m, Medel, GR). Die Lawine war im schwachen Altschnee gebrochen (Foto: P. Degonda, 10.02.2016).

Nach den intensiven Schneefällen in den ersten drei Januarwochen waren die Schneehöhen besonders
im Unterwallis ab Mitte Januar überdurchschnittlich. Im Bild Les Marécottes, oberhalb Martigny (VS) auf
1780 m ü. M. (Foto: J.L. Lugon, 14.02.2016).

Vorwort

Der vorliegende Bericht enthält die Zusammenfassung der Wetter-, Schnee- und Lawinensituation während des vergangenen hydrologischen Jahres (Oktober 2015 bis September 2016) sowie die Unfallstatistik mit Beschreibungen ausgewählter Unfälle. Zudem präsentieren die Autoren am Schluss des Berichts drei spezielle Themen: Einschneien und Ausapern, Modellierung von Grosslawinen und eine langjährige Unfallstatistik mit Auswertungen zur Schweiz und zum gesamten Alpenraum. Der Bericht bietet einerseits einen raschen Überblick über den Winterverlauf und andererseits detaillierte Informationen zu Lawinenunfällen. Damit ergänzt er die vielen laufend auf der SLF-Homepage unter der Rubrik «Wochenbericht» verfügbaren Informationen. In der Beschreibung der Lawinenunfälle finden sich wertvolle und häufig auch lehrreiche Hinweise für Schneesportlerinnen und Schneesportler. Dabei geht es nicht darum, wer wann welchen Fehler gemacht hat. Die wenigsten Lawinenunfälle sind das Resultat eines offensichtlichen Fehlers, sondern hängen häufig mit den Unsicherheiten zusammen, die zur Einschätzung der Lawinengefahr gehören. Die meisten Lawinenunfälle beinhalten eine unerwartete Komponente; diese zu erkennen und in seinen eigenen Erfahrungsschatz aufzunehmen, ist letztlich das Ziel – um in Zukunft selber darauf zurückgreifen zu können.

Der Winter 2015/16 war zu einem gewissen Grad ähnlich wie die beiden Vorwinter. Wiederum zeigte sich der Frühwinter eher schneearm. Um Weihnachten lag bis in mittlere Lagen verbreitet gar kein Schnee. In Davos schneite es so spät ein wie noch nie seit Messbeginn, nämlich erst am 3. Januar 2016 (siehe Spezialkapitel). West- und Südwestlagen dominierten im Winter 2015/16 das Wettergeschehen. Folglich war es markant wärmer als normal. Gemäss den Messungen von MeteoSchweiz erlebte die Schweiz gar den zweitwärmsten Winter seit Messbeginn 1864, nur der Winter 2006/07 war noch wärmer. Aufgrund der feuchten und kalten Witterung im Mai nahmen die Schneehöhen in hohen Lagen in diesem letzten Frühlingsmonat kaum ab, was eher ungewöhnlich ist. So erstaunt es etwas weniger, dass das Versuchsfeld Weissfluhjoch trotz der insgesamt geringen Winterniederschläge erst Anfang Juli ausaperte: es war am 8. Juli schneefrei, einen Tag vor dem durchschnittlichen Ausaperungsdatum der letzten 83 Jahre.

Wie in den Vorwintern wandelte sich die dünne Schneedecke im Dezember 2015 ungünstig um, so dass nach den ersten ergiebigen Schneefällen im Januar 2016 eine kritische Lawinensituation für Schneesportler entstand. In der Folge entwickelte sich daraus eine typische Altschneesituation. Diese Altschneesituation bestimmte die Lawinengefahr im Januar und Februar vor allem inne-

ralpin und in Graubünden, während im Westen und Norden das schwache Fundament bald gut überdeckt und der Schneedeckenaufbau dadurch günstiger war. Trotz der erneut teilweise kritischen und schwierig zu beurteilenden Altschneesituation war die Zahl der Lawinenopfer glücklicherweise leicht unterdurchschnittlich, obwohl die Anzahl ernsthafter Unfälle relativ hoch war. Mit 21 Todesopfern in 18 Lawinenereignissen starben im Berichtsjahr 2015/16 etwas weniger Personen in Lawinen im Vergleich zum Durchschnitt pro Jahr der vergangenen 10 Jahre. Im Gegensatz zu den beiden Vorjahren mit mehreren Unfällen mit vielen beteiligten Personen gab es im Winter 2015/16 keinen Lawinenunfall mit mehr als zwei Todesopfern. Wie so häufig in den letzten Jahren starben alle Personen im freien Gelände, auf Tour oder Variantenabfahrt, und es waren keine Opfer auf Verkehrswegen oder in Siedlungen zu beklagen. Einmal mehr ereigneten sich die meisten tödlichen Unfälle in Graubünden und im Wallis.

Im Hochgebirge herrschte im Sommer kurzfristig wiederholt erhöhte Lawinengefahr. Es wurden fünf Sommerbulletins publiziert, was dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre entspricht. Am 4. Juli ereignete sich ein Lawinenunfall mit einem Todesopfer im Abstieg vom Bietschhorn.

Verschiedenste Personen und Institutionen liessen uns auch während des Winters wieder wertvolle Informationen zukommen: Augenzeugen und Unfallbeteiligte, Bergführer, Tourenleiter und Skilehrer, Polizei, Pistendienste, SAC-Rettungschefs, SLF-Beobachter, Rega, Maison FXB du Sauvetage, Air Glaciers, Air Zermatt, Heli Bernina, Lawinenhundeführer, Kantonsforst- und Tiefbauämter, aber auch immer zahlreichere private Tourengerinnen und Variantenfahrer. Ihnen allen danken wir für ihre Daten, detaillierten Beschreibungen, Fotos und die gute Zusammenarbeit. Ohne ihre bereitwillige Berichterstattung wäre die vorliegende Arbeit nicht möglich gewesen. Ein Dank gebührt auch allen, die sich zur Rettung und Bergung von Verschütteten eingesetzt haben. Ihre Arbeit ist oft schwierig und gefährlich. Der MeteoSchweiz (Witterungsberichte, SwissMetNet-Daten) sowie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unseres Institutes, die bei der Erarbeitung und Review dieses Berichtes mitgeholfen haben, sei an dieser Stelle ebenfalls ganz herzlich gedankt.

Dr. Jürg Schweizer

Leiter SLF

Leiter Forschungseinheit Lawinen und Prävention

Davos Dorf, im Dezember 2016

WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung
SLF, Davos

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Wetter, Schneedecke und Lawinengefahr in den Schweizer Alpen.	
	Hydrologisches Jahr 2015/16	8
	Schneehöhenverlauf	13
	Schneedeckenaufbau	21
	Lawinenaktivität	27
	Lawinenbulletins und Gefahrenstufen	32
	Sommer (Juni bis September 2016)	36
3	Lawinen mit Personen- und Sachschäden 2015/16	38
	Lawinen mit erfassten Personen	39
	Lawinen mit Sachschäden	42
	Übersicht über Unfälle mit Todesfolge	44
	Auswahl von Unfällen mit erfassten Personen	53
4	Spezialthemen	70
	Einschneien und Ausapern	70
	Grosslawinen: zwei Beispiele aus dem Winter 2015/16	76
	Lawinenopfer in der Schweiz: Entwicklungen in den letzten 80 Jahren	88
A	Anhang	92
	Mess- und Beobachterstationen	92
	Lawinen mit Personen- und Sachschäden: Erläuterungen und Übersichtstabellen	94

1 Einleitung

Im vorliegenden Bericht wird, wie in den vorangegangenen Berichten für frühere Jahre, die Beschreibung der Schnee- und Lawinensituation (Teil 1) zusammen mit den Unfallberichten (Teil 2) für das hydrologische Jahr 2015/16 (1. Oktober 2015 bis 30. September 2016) publiziert. Zudem werden in drei Spezialthemen Aspekte des Einschneiens und Ausaperns, grossen und sehr grossen Lawinen und eine Auswertung zur Entwicklung von Lawinenunfällen in den letzten 80 Jahren behandelt.

Wetter, Schneedecke und Lawinengefahr

Im ersten Teil (Kapitel 2, ab Seite 8) wird ein Rückblick zur Schnee- und Lawinensituation in den Schweizer Alpen gegeben. Dabei wird auf den Schneehöhenverlauf und die wichtigsten Niederschlagsereignisse, die Entwicklung der Schneedeckenstabilität und des Schneedeckenaufbaus, sowie die bedeutendsten Lawinenperioden eingegangen.

Ausführlichere Beschreibungen zu einzelnen Perioden, Gefahren- und Schneehöhenkarten sowie die vollständigen Lawinenbulletins können im Wochenbericht im Internet unter www.slf.ch abgerufen werden.

Lawinen mit Personen- und Sachschäden

Der zweite Teil des Berichtes beinhaltet die Lawinen mit Personen- und Sachschäden (Kapitel 3, ab Seite 38). Nebst einer Zusammenfassung aller Lawinen mit Personen- und Sachschäden des Winters 2015/16 werden auch einige ausgewählte Unfälle detailliert beschrieben (ab Seite 53).

Spezialthemen

Im ersten Spezialthema werden grundsätzliche und für diesen Winter spezifische Aspekte des Einschneiens und Ausaperns im Detail erläutert. Im zweiten Spezialthema werden anhand von zwei Beispielen aus dem aktuellen Winter spezielle Aspekte im Zusammenhang mit grossen Lawinen sowohl in Schneesportgebieten als auch im Tourengelände diskutiert. Im letzten Spezialekapitel wird eine Auswertung zu Lawinenunfällen mit Todesopfern in den letzten 80 Jahren gezeigt.

Abkürzungen

IMIS	Interkantonales Mess- und Informationssystem
LVS	Lawinen-Verschütteten-Suchgerät
RECCO	Elektronisches System zur Lokalisierung von Lawinopfern
Rega	Schweizerische Rettungsflugwacht
SAC	Schweizer Alpen-Club
SLF	WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos
SwissMetNet	Automatisches Messnetz
	MeteoSchweiz
BE	Kanton Bern
FR	Kanton Freiburg
GL	Kanton Glarus
GR	Kanton Graubünden
LU	Kanton Luzern
NW	Kanton Nidwalden
OW	Kanton Obwalden
SG	Kanton St. Gallen
SZ	Kanton Schwyz
TI	Kanton Tessin
UR	Kanton Uri
VD	Kanton Waadt
VS	Kanton Wallis

2 Wetter, Schneedecke und Lawinengefahr in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2015/16

Christine Pielmeier, Frank Techel, Christoph Marty, Marc Ruesch

Zusammenfassung Winter 2015/16 (Oktober 2015 bis Mai 2016)

- *Bis zum Jahresende kaum Schnee und wenig lawinengefährlich*

Mit sehr milden Temperaturen und grosser Trockenheit begann der Winter mit meist geringer Lawinengefahr. Da nur sehr wenig Schnee lag, waren Touren und Variantenabfahrten aber kaum möglich. Aus der dünnen Schneedecke entwickelte sich an Schattenhängen in hohen Lagen eine später relevante, schwache Altschneesicht.

- *Heikle Lawinensituation für Schneesportler durch ergiebige Schneefälle und zeitweise schwache Schneedecke*

Im Januar führten im Westen und Norden, ab Februar dann auch im Osten und Süden wiederholte Schneefälle oder Föhnstürme (Südföhn) zu kritischen Lawinensituationen. Die Gefahr ging vor allem von Neu- und Tribschneesichten sowie vom schwachen Altschnee an der Basis der Schneedecke aus (Abbildung 1). Im Norden und Westen war das schwache Fundament bald gut überdeckt und Lawinen konnten von Personen nicht mehr ausgelöst werden. Besonders im südlichen Oberwallis, im nördlichen Tessin, in den inneralpinen Gebieten Graubündens, im Engadin und in den Bündner Südtälern blieben die schwachen Basisschichten der Schneedecke aufgrund der dünnen Überdeckung bis in den März eine Gefahr.

Dies war diesen Winter die einzige Schwachschicht, die über längere Zeit in der Schneedecke erhalten blieb.

- *Zwei Wärmeeinbrüche im Hochwinter mit Regen bis in hohe Lagen*

Zum Monatswechsel Januar/Februar feuchteten starke Niederschläge mit einer Schneefallgrenze zwischen 2400 m und 3000 m die Schneedecke bis in hohe Lagen an. Dies führte zu einer Phase hoher Aktivität von spontanen feuchten und nassen Lawinen. Eine sehr ähnliche Situation wiederholte sich am 21. Februar, als die Temperaturen erneut auf frühlingshafte Werte anstiegen und es im Hochwinter das zweite Mal bis auf rund 2400 m hinauf regnete.

- *Zuerst günstige Frühlingsituation, dann nochmals eher winterlich*

Der März war verhältnismässig kühl. Ab der zweiten Märzwoche nahm die Lawinengefahr überall ab. Aufgrund von Nass- und Gleitschneelawinen war die Lawinengefahr besonders in der ersten Aprilwoche erhöht. In der zweiten Aprilhälfte kehrte der Winter mit ergiebigen Schneefällen und einer Verschärfung der Lawinensituation zurück. Auch im Mai war es in der Höhe oft winterlich mit heiklen Lawinensituationen besonders im Hochgebirge.



Abbildung 1: Kritische Lawinensituation für Schneesportler: Von Januar bis Mitte März wurden von Schneesportlern viele Lawinen ausgelöst. Im Bild eine fernausgelöste Lawine an einem Nordhang am Hochwang (2534 m, Trimmis, GR), bei der niemand erfasst wurde. Die Lawine brach im schwachen Schneedeckenfundament an und wurde mehrere hundert Meter breit. (Foto: M. Scheel, 27.01.2016).

- *Im Westen eher viel und im Süden wenig Schnee, sonst in der Höhe normale, unterhalb von 1400 m überall deutlich unterdurchschnittliche Schneelage*

Der Frühwinter war verbreitet schneearm mit stark unterdurchschnittlichen Schneehöhen bis Anfang Januar. Im Westen wurde das Schneedefizit mit den ergiebigen Schneefällen im Laufe des Januars ausgeglichen, in der Zentral- und Ostschweiz erst im März. Im Süden fiel erst Ende Februar ergiebig Schnee. Das Schneedefizit blieb im Tessin den ganzen Winter erhalten. Der Winter war markant wärmer als normal, der Dezember sogar rekordwarm. Folglich war die Anzahl Schneetage diesen Winter im Mittelland und im Jura klar unterdurchschnittlich.

- *Weniger Lawinenopfer als im langjährigen Mittel*

Die Gesamtopferzahl bis Ende Mai 2016 lag mit 20 Todesopfern - alle im freien Gelände - etwas unter dem langjährigen Mittelwert. Für das ganze hydrologische Jahr, das bis zum 30. September dauert, liegt der 20-jährige Mittelwert bei 23 Lawinentoten.

Im Winter 2015/16 dominierten West- und Südwestlagen das Wettergeschehen. Dies war im Hochwinter (Dezember bis Februar) im Vergleich zum Durchschnitt der letzten zehn Jahren besonders stark ausgeprägt, was der Vergleich der Messungen an den automatischen Windstationen mit den Werten der letzten zehn Jahre in Abbildung 2 (Grafik Mitte) zeigt.

Folglich war es im Winter 2015/16 markant wärmer als normal, was der Verlauf der Nullgradgrenze im Vergleich zum Durchschnitt der 15 Vorjahre in Abbildung 3 zeigt. Gemäss Messungen von MeteoSchweiz erlebte die Schweiz den zweitwärmsten Winter (November-April) nach 2006/07 seit Messbeginn 1864.

Abgesehen von den Schneefällen im Westen und Norden von Ende November, war der Winter bis zum Jahreswechsel ausgesprochen trocken und schneearm. Abbildung 4 zeigt, dass von Januar bis Anfang März vor allem im Westen und Nordengebieten ergiebig Schnee fiel. Ab Mitte April kehrte der Winter nochmal zurück und mit wiederholten Schneefällen war es in den Schweizer Alpen bis im Mai häufig eher winterlich als frühlinghaft.

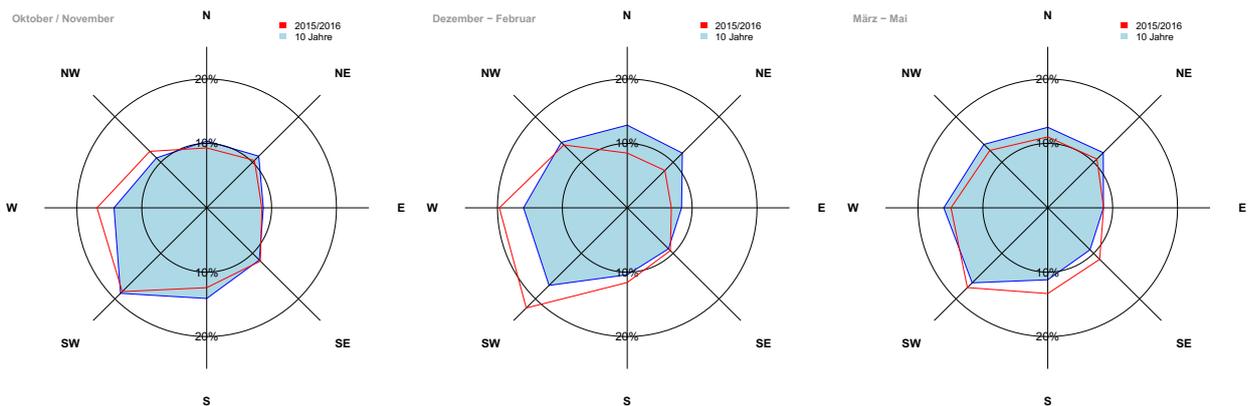


Abbildung 2: Windrichtung an den automatischen Windstationen im Herbst (Oktober, November; links), im Winter (Dezember, Januar, Februar; Mitte) und im Frühling (März, April, Mai; rechts). Gezeigt sind die Werte für den Winter 2015/2016 (rote Linie) und als Vergleich die der letzten zehn Winter (2005/2006 bis 2014/2015, jeweils Oktober bis Mai, blau eingefärbt).

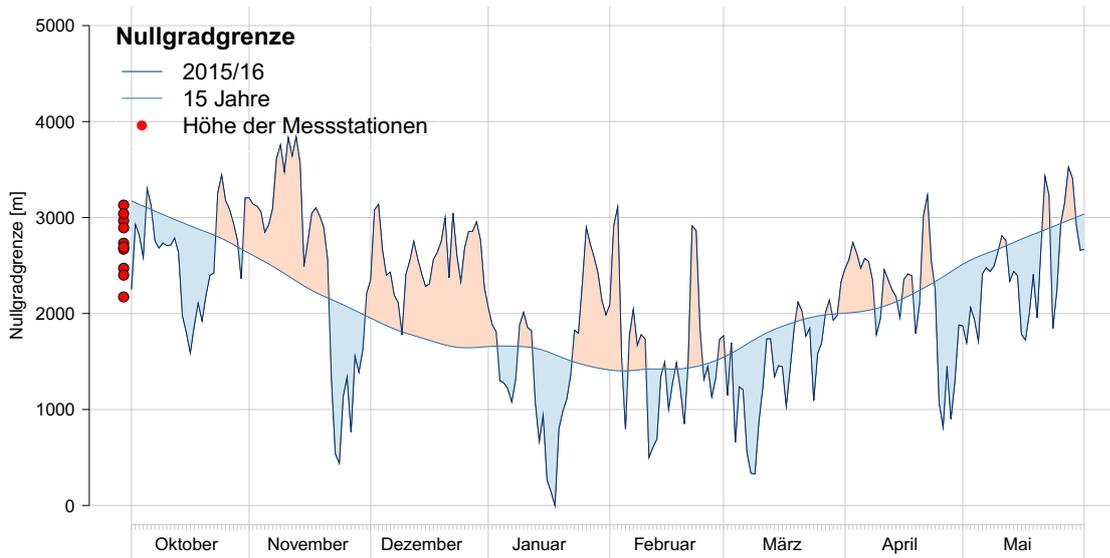


Abbildung 3: Übersicht über den Verlauf der Nullgradgrenze (dunkelblaue Linie). Zum Vergleich ist die Nullgradgrenze während der vorhergehenden 15 Jahre gezeigt (hellblaue, gestrichelte Linie, Median). Die Lage der Nullgradgrenze wurde aus den Temperatur-Tagesmittelwerten von 11 automatischen Stationen von SLF und MeteoSchweiz unter Annahme eines Temperaturgradienten von $0.6\text{ }^{\circ}\text{C} / 100\text{ m}$ berechnet. Die roten Punkte links markieren die Höhenlage der für die Berechnung verwendeten 11 Stationen. Die rot eingefärbten Flächen illustrieren wärmere Phasen als im Durchschnitt der letzten 15 Jahre und die blauen Flächen dementsprechend kältere Phasen.

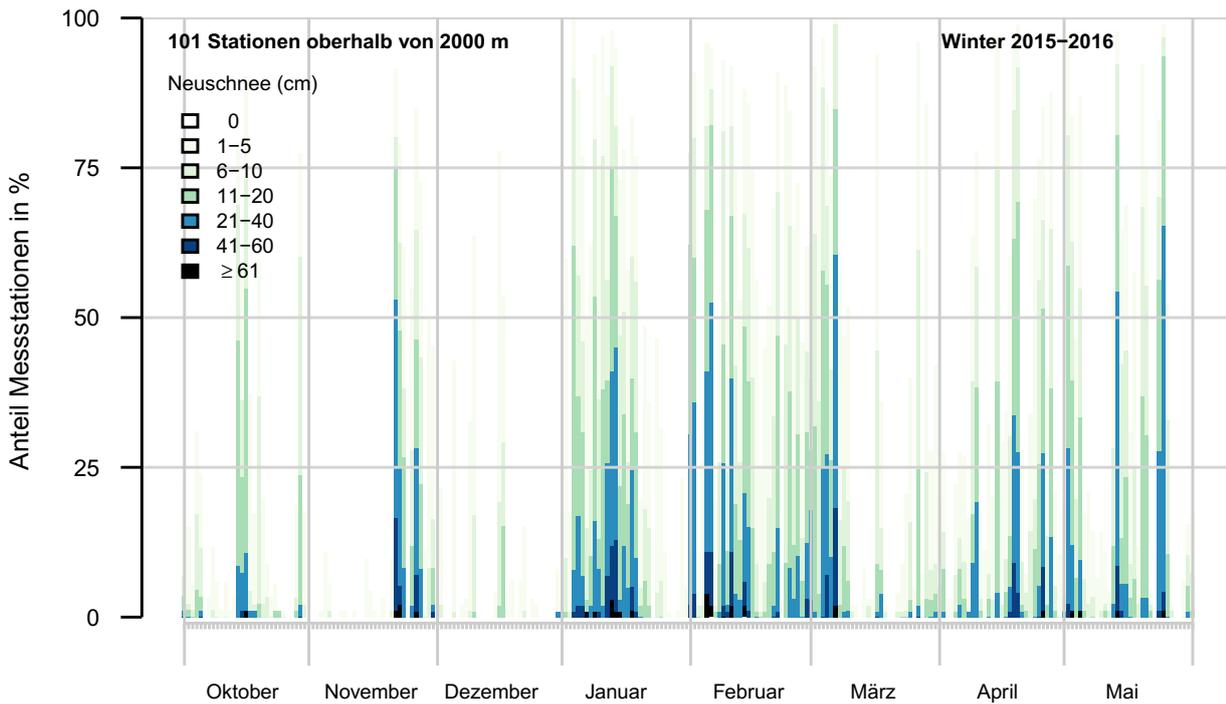


Abbildung 4: Tägliche Neuschneemenge oberhalb von 2000 m im Verlauf des Winters, gemessen an den Beobachtestationen und berechnet an den automatischen Messstationen. Es fließen alle verfügbaren Stationen für diese Höhenzone ein. Die Balken sind jeweils auf 100% skaliert (d.h. alle Stationen entsprechen 100%). Je grossflächiger ein Schneefall-Ereignis war, desto höher sind die eingefärbten Balken. Die Farbe entspricht den Neuschneeklassen und je dunkler der Balken, desto mehr Schnee ist gefallen.

Die Schneehöhen, in Abbildung 5 illustriert, waren im Winter 2015/16 im Westen der Schweizer Alpen durchschnittlich, im Osten und Süden unterdurchschnittlich, ganz im Süden stark unterdurchschnittlich.

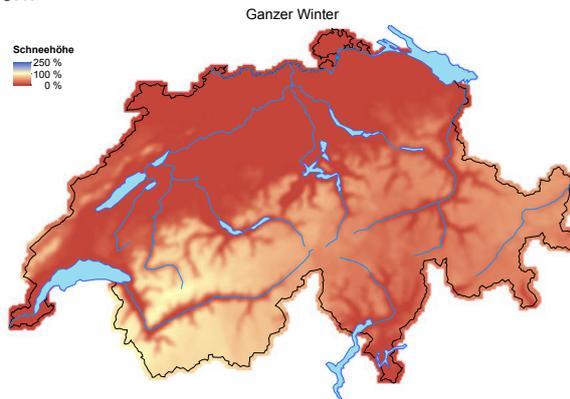


Abbildung 5: Schneehöhen über den ganzen Winter (November bis April) im Vergleich zum langjährigen Mittelwert über den ganzen Winter (1971-2000).

Im Winter 2015/16 war es im Mittel weniger lawinengefährlich als in den vorangegangenen zehn Wintern (vgl. Abschnitt «Lawinenbulletins und Gefahrenstufen», Abbildung 31). Wie Abbildung 6 zeigt, erstreckte sich die Hauptphase der Lawinenaktivität von Januar bis Mitte März. Ab Mitte März wurden vor allem noch Nassschneelawinen gemeldet, eine ausgeprägte Nassschneelawinenperiode blieb aber aus. Nasse und feuchte Lawinen wurden auch im Hochwinter wiederholt und oft mit Regen bis in hohe Lagen ausgelöst.

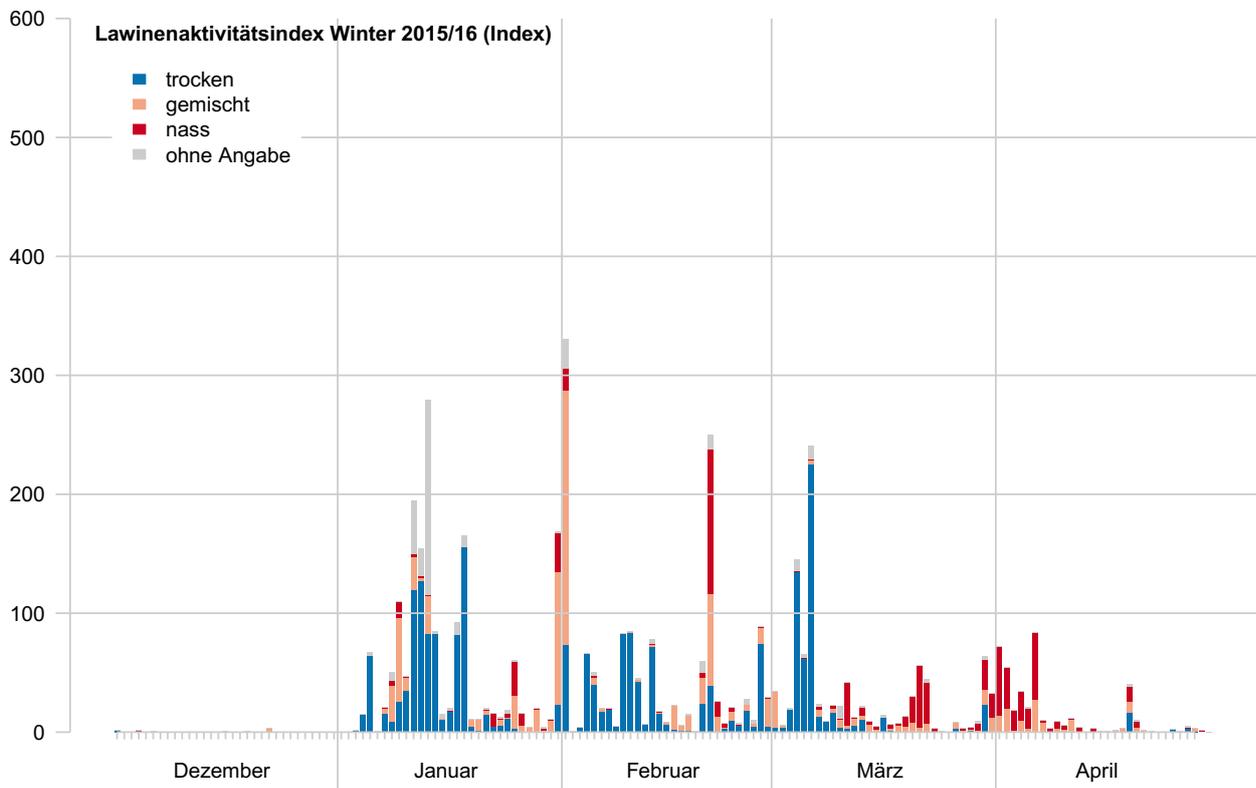


Abbildung 6: Lawinenaktivität im Verlauf des Winters 2015/16 in den Schweizer Alpen und im Jura, dargestellt durch einen dimensionslosen Lawinenaktivitätsindex. In diesem werden die von den SLF-Beobachtern gemeldeten Lawinen nach Anzahl, Grösse und Auslöseart gewichtet und für jeden Tag addiert. Zudem wird nach Wassergehalt des abgleitenden Lawinenschnees unterschieden. Der Lawinenaktivitätsindex ist abhängig von den Sichtverhältnissen. Im Weiteren gibt es keine regionalen Differenzierungen. Trotz gewissen Vorbehalten ist der Lawinenaktivitätsindex eine geeignete Methode um Phasen geringer Lawinenaktivität von solchen mit grosser Lawinenaktivität zu unterscheiden.

Zusammenfassung Sommer 2016 (Juni bis September 2016)

- *Warmer und zuerst oft nasser, später eher trockener Sommer*

Die Periode Juni bis September war die fünftwärmste seit Messbeginn 1864. Gemittelt über die ganze Schweiz stieg die Temperatur 1.2 Grad über die Norm (1981-2010). Im Wallis bewegte sie sich 0.9 bis 1.2 Grad über der Norm. Im Engadin war der Überschuss mit 0.4 bis 0.7 Grad hingegen weniger gross. Die Niederschläge erreichten im landesweiten Mittel rund 90 Prozent der Norm 1981-2010. Im Wallis und auf der Alpensüdseite fielen verbreitet nur 50 bis 85 Prozent der Norm. Das Engadin erhielt zwischen 85 und 114 Prozent der normalen Mengen. Die Sonnenstunden lagen in den meisten Gebieten leicht über der Norm 1981-2010. (Quelle: Meteoschweiz)

- *Meist gute Schneeverhältnisse im Hochgebirge*

Die Winterschneedecke aperte in hohen Lagen Anfang Juli aus. Das Messfeld auf dem

Weissfluhjoch auf 2540 m war am 8. Juli schneefrei, was ein Tag vor dem durchschnittlichen Ausaperdatum der letzten 83 Jahre war. Mittlere und hohe Lagen waren im Verlauf des Sommers nur an einzelnen Tagen von einer dünnen Schneesicht bedeckt. Im vergletscherten Hochgebirge lag jedoch mit den wiederholten Schneefällen meist eine geschlossene Schneedecke oberhalb von 3200 bis 3600 m.

- *Fünf Lawinenbulletins, ein Lawinenopfer*
Erhöhte Lawinengefahr war im Sommer kurzfristig wiederholt ein Thema und konzentrierte sich vor allem auf das Hochgebirge. Es wurden fünf Sommer-Lawinenbulletins publiziert (am 16. und 18. Juni, am 4. August sowie am 16. und 19. September). Diese Anzahl Sommerbulletins liegt im Durchschnitt der letzten 10 Jahre. Am 4. Juli ereignete sich ein Lawinenunfall mit einem Todesopfer. Der langjährige Durchschnitt in den Monaten Juni bis September liegt bei zwei Todesopfern.

Schneehöhenverlauf

Relative Schneehöhen

Nach dem heissen Sommer 2015 begann der Herbst eher kühl. Im **Oktober** sank die Schneefallgrenze wiederholt bis in mittlere Lagen. Am meisten Niederschlag fiel am Alpenhauptkamm, im Süden und im Osten. Der Schnee blieb vor allem im Hochgebirge liegen und bildete besonders auf den Gletschern eine dünne, geschlossene Schneedecke. In hohen Lagen lag Ende Oktober vor allem an Nordhängen eine dünne Schneedecke. Südhänge waren bis ins Hochgebirge aper.

Der **November** war in den ersten drei Wochen sonnig und extrem mild. Die Nullgradgrenze lag meist zwischen 3000 m und 4000 m. Trotz der starken Abkühlung ab dem 21. November lag der Wärmeüberschuss am Monatsende bei 2.6 Grad. Damit war dies der drittwärmste November seit Messbeginn 1864. Wärmer war es nur im Vorjahr und 1994 (Quelle: MeteoSchweiz). Zwei Wintereinbrüche läuteten in der vierten Novemberwoche dann zumindest im Norden und Westen den Winter ein. Vom 20. bis 22. November fielen im Norden und im Westen oberhalb von rund 2500 m 80 bis 100 cm Schnee. Im Süden und Osten blieb es trocken. Kurz danach, vom 25. bis 26. November, fielen im Norden erneut 40 bis 60 cm, lokal bis zu 90 cm Schnee. Ganz im Süden fiel kein Niederschlag. Die Schneehöhen waren über den ganzen Monat betrachtet im Norden und im Westen etwas unterdurchschnittlich. Im Süden und in Graubünden waren mittlere Höhenlagen aper, und auch darüber lag deutlich weniger Schnee als üblich (Abbildung 8, oben links). Eine zusammenhängende Schneedecke war nur an Nordhängen oberhalb von rund 2400 m vorhanden.

Im **Dezember** liess der Schnee auf sich warten. Der Dezember war zudem sehr sonnig und rekordwarm, gemäss MeteoSchweiz wurden in den Berggebieten 4 bis 6 °C höhere Temperaturen gemessen als im Durchschnitt (1981-2010). Die frühwinterliche Schneearmut war sogar noch ausgeprägter als die im vorangehenden Winter (2014/15). Dort, wo eine dünne Schneedecke lag, schmolz sie vielerorts wieder. Nur in höheren Lagen der Westschweiz waren die Schneefälle vom November ergiebig genug, dass eine dünne Schneedecke über den warmen Dezember erhalten blieb (Abbildung 8, oben rechts). Die Ostschweiz dagegen erlebte vielerorts praktisch schneelose Weihnachten. So gut wie schneelos blieben bis zum Jahresende das Engadin und der Alpensüdhang, weil es dort bis Anfang Januar überhaupt keinen nennenswerten Niederschlag gab (Abbildung 7). Eine

solch schneelose Situation bis gegen 2000 m zum Jahreswechsel ist an den langjährigen Messstationen auf der Alpensüdseite bis jetzt noch nie vorgekommen. Laut Messungen von MeteoSchweiz war es die wärmste November-Dezember Periode seit Messbeginn 1864.



Abbildung 7: Im Süden kaum Schnee bis am Neujahr. Das Engadiner Hochtal auf rund 1800 m war Ende Dezember 2015 praktisch schneefrei, was seit Messbeginn erst zweimal zuvor beobachtet wurde (1885 und 1921). Abgesehen von den beschneiten Pisten waren Sonnenhänge im Engadin bis auf rund 3000 m aper (Foto: SLF/J. Wessels, 27.12.2015).

Einmalig war auch die Kombination von Trockenheit und extremer Wärme beidseits der Alpen. Am Alpensüdhang und im Engadin ist die Rekord-Trockenheit hauptverantwortlich für die grosse Schneearmut. Anders in den Gebieten weiter nördlich: Am Beispiel der Messdaten von Davos lässt sich gut zeigen, dass erst die Wärme zur Rekordschneearmut Ende Dezember geführt hat. Laut Niederschlagsmessungen der MeteoSchweiz war die November-Dezember Periode in Davos in früheren Jahren noch trockener (1920, 1924, 1948, 1953, 1978) und trotzdem lag damals Ende Dezember jeweils mehr Schnee. Dies, weil es damals kälter war und somit erstens häufiger Schnee statt Regen fiel und zweitens, weil der einmal gefallene Schnee nicht so schnell wieder weggeschmolzen war.

Im **Januar** fiel im Westen und im Norden wiederholt und ergiebig Schnee, bei schwankenden Temperaturen. Vom 3. bis 5. Januar schneite es im Westen und Norden bis 50 cm, ganz im Westen an der Grenze zu Frankreich bis zu 100 cm. Die Schneefallgrenze lag bei 1600 m.

Nach einer kurzen Pause fiel vom 7. bis 11. Januar verbreitet Schnee und mit bis zu 100 cm lag der Schwerpunkt im nördlichen Wallis und im Unterwallis. Die Schneefallgrenze stieg dabei zeitweise bis auf 2200 m.

Vom 11. bis 14. Januar schneite es bei sinken-

den Temperaturen erneut im Westen und im Norden. Mit bis zu 120 cm fiel einmal mehr im westlichsten und nördlichen Unterwallis am meisten Schnee. Mitte Januar war die kälteste Periode dieses Winters (vgl. Abbildung 3). Die Temperaturen waren deutlich unterdurchschnittlich. Vom 14. bis 17. Januar fielen im Norden verbreitet 60 bis 80 cm, in den Urner und Glarner Alpen bis zu 100 cm Schnee. Danach stieg die Nullgradgrenze wieder gegen 3000 m an und nach drei winterlichen Januarwochen war das Monatsende frühlingshaft mild. Die Schneelage war im Januar nur im Westen durchschnittlich, sonst verbreitet unterdurchschnittlich, im Süden stark unterdurchschnittlich (Abbildung 8, Mitte links).

In der Nacht vom 31. Januar auf den 1. Februar regnete es im Westen bis gegen 3000 m, im Osten bis gegen 2500 m. Diese Situation führte zum Monatswechsel zur höchsten Lawinenaktivität des Winters mit vielen nassen und feuchten Lawinen (vgl. Abschnitt Lawinenaktivität).

Der **Februar** war nach dem frühlinghaften Monatsanfang in hohen Lagen schneereich und zunächst winterlich. Wie schon im Januar, fielen vor allem im Westen und Norden, und erstmals diesen Winter auch im Süden ergiebige Schneemengen. Vom 3. bis 5. Februar schneite es am Alpennordhang, im Wallis sowie gebietsweise in Graubünden 40 bis 60 cm, am Alpennordhang vom Wildstrubel bis in die Glarner Alpen bis 80 cm oberhalb von rund 1200 m. Vom 6. bis 8. Februar fielen am zentralen Alpensüdhang rund 50 cm Schnee oberhalb von rund 1200 m. Vom 11. bis 14. Februar fielen dann wieder im Westen 50 cm und im nördlichen Unterwallis bis zu 100 cm Schnee oberhalb von rund 1200 m. Auch vom 21. bis 25. Februar fiel im Westen und Norden immer wieder Schnee, wobei in der Nacht auf den 21. Februar die Schneefallgrenze vorübergehend auf rund 2400 m anstieg. Mit dem Regen lösten sich zum zweiten Mal im Hochwinter vermehrt nasse und feuchte Lawinen und auch für Schneesportler abseits der Pisten war die Situation besonders gefährlich (vgl. Abschnitt Lawinenaktivität).

Vom 27. bis 29. Februar fielen von Zermatt bis ins Simplongebiet sowie in den Maggiatälern 60 bis 120 cm Schnee oberhalb von rund 1400 m. Die Schneefälle waren in der Nacht auf den 28. Februar sehr intensiv, fielen doch in den Hauptniederschlagsgebieten innerhalb von nur sechs Stunden 35 bis 40 cm.

Mit den häufigen Schneefällen im Februar war die Schneelage oberhalb von rund 1400 m zum Monatsende in der Zentral- und Ostschweiz nur noch

leicht unterdurchschnittlich, in der Westschweiz durchschnittlich bis überdurchschnittlich. Ganz im Süden wurde trotz der Schneefälle zum Monatsende das Schneehöhendefizit nicht ausgeglichen (Abbildung 8, Mitte rechts).

Der **März** war relativ kalt und begann vor allem im Süden mit einem ausserordentlich starken Wintereinbruch bis in tiefe Lagen. Vom 4. bis 6. März fielen am Alpensüdhang und in Graubünden von Zervreila bis ins Oberengadin 50 bis 70 cm Schnee bis in tiefe Lagen. Gemäss Messungen der MeteoSchweiz war der Schneefall vom 5. März im südlichen Tessin das zweitintensivste Ereignis im März seit Messbeginn (nach dem Schneefall vom 17. März 1975). Als Folge davon herrschte in tiefen Lagen des Tessins am 5. März Verkehrschaos und in der Stadt Lugano (335 m, TI) galt zeitweise sogar ein Kettenobligatorium.

Nach einer ruhigen zweiten Märzwoche fielen vom 15. bis 17. März im Süden rund 50 cm Schnee bis in tiefe Lagen. Danach war es oft sonnig aber eher kühl. In der letzten Märzwoche fiel zuerst im Osten, später im Westen etwas Schnee. Sonst war es meist sonnig und die Nullgradgrenze stieg ganz allmählich gegen 2500 m. Aufgrund der Schneefälle anfangs und Mitte Monat im Süden bis in tiefe Lagen war die Schneelage im mittleren und südlichen Tessin im März deutlich überdurchschnittlich (Abbildung 8, unten links). Im Westen war sie überdurchschnittlich im Osten leicht unterdurchschnittlich.

Der **April** war wechselhaft und insgesamt wärmer als normal. Vom 30. März bis 1. April und vom 3. bis 6. April fielen im Süden oberhalb von 2200 m jeweils 20 bis 40 cm Schnee. Vom 7. bis 9. April fielen im Süden oberhalb von 2400 m weitere 50 cm Schnee, in mittleren und tiefen Lagen schmolz die Schneedecke mit dem Regen. Auch im Norden schmolz sie mit der milden Witterung und aperte mancherorts in der ersten Aprilwoche aus.

Aber der Winter war noch nicht vorbei, er kehrte Mitte April nochmals zurück: Vom 16. bis 19. April fiel oberhalb von 2200 m in Graubünden 50 bis 80 cm, am zentralen Alpenhauptkamm und im Oberengadin bis 100 cm Schnee. Im Norden schneite es oberhalb von 2500 m vom 22. bis 26. April weitere 30 bis 50 cm, am zentralen und östlichen Alpennordhang bis 80 cm. Trotz der späten Wintereinbrüche war die Schneelage im April allgemein unterdurchschnittlich, nur im Unterwallis war sie noch durchschnittlich (Abbildung 8, unten rechts).

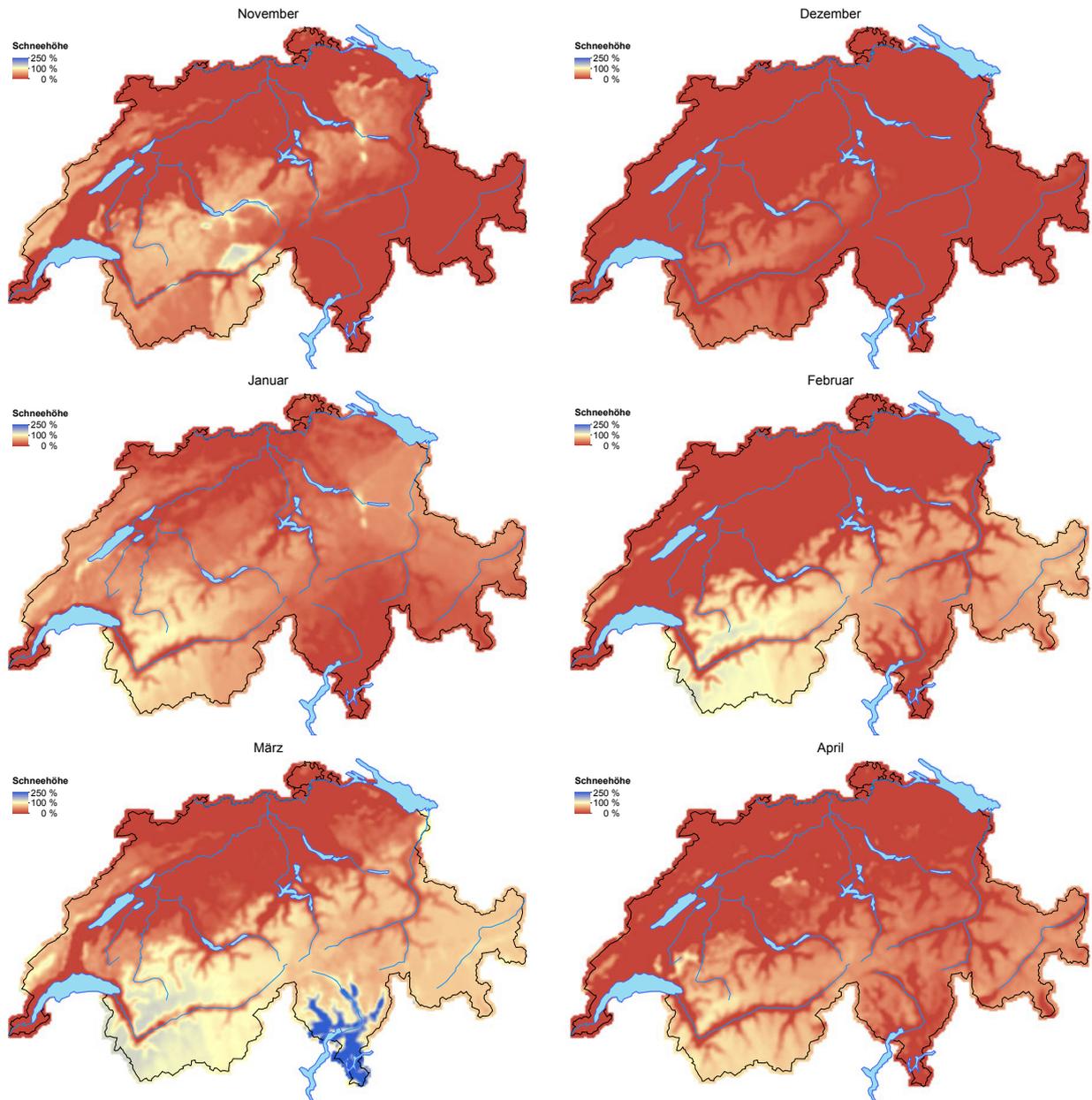


Abbildung 8: Schneehöhen im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971-2000). Die Grafiken zeigen die prozentuale Abweichung der mittleren monatlichen Schneehöhen des Winters 2015/16 auf Stationshöhe im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Periode von 1971 bis 2000. Unterdurchschnittliche Schneehöhen sind rot, überdurchschnittliche Schneehöhen blau dargestellt. Die Daten stammen von den Beobachterstationen des SLF und der MeteoSchweiz sowie den automatischen IMIS-Stationen (IMIS: Interkantonales Mess- und Informationssystem). Bei der Interpretation muss beachtet werden, dass nur grossräumige Muster aussagekräftig sind. Kleinräumige Muster oder Wertesprünge dürfen nicht zu stark gewichtet werden. Im Abschnitt «Schneehöhenverlauf an ausgewählten Beobachterstationen» (ab Seite 16) ist die zeitliche Entwicklung der Schneehöhe an verschiedenen Stationen dargestellt.

Der **Mai** war kälter als normal und mit wiederholtem Schneefall bis in mittlere Lagen zeitweise winterlich. Zum Monatsanfang fiel verbreitet Schnee bis in mittlere Lagen, im Westen 50 bis 70 cm. Vom 9. bis 12. Mai schneite es oberhalb von 2800 m im Süden und am Oberwalliser Alpenhauptkamm 50 bis 80 cm, im nördlichen Tessin sogar bis zu 120 cm. Vom 12. bis 15. Mai fielen dann im Norden, und vom 23. bis 24. Mai vor allem im Westen und im Oberengadin jeweils bis 50 cm Schnee oberhalb von 2500 m. Die Schneefallgrenze sank am 24. Mai auf 1200 m und in den mittleren Lagen wurde es verbreitet noch einmal weiss. Vom 29. bis 31. Mai schneite es am Alpenhauptkamm im Hochgebirge bis zu 50 cm.

Im Mai nahmen die Schneehöhen unterhalb von rund 2500 m deutlich ab. Oberhalb von 2500 m blieben sie eher stabil, was für den Mai eher ungewöhnlich ist (vgl. Abbildung 11).

Die über den **ganzen Winter** gemittelten Schneehöhen (Abbildung 5) waren vergleichbar mit dem Muster von Dezember bis Februar: Nur im Unterwallis und am westlichen Alpennordhang waren die Schneehöhen oberhalb von rund 1400 m verglichen mit dem langjährigen Durchschnitt normal. In den übrigen Gebieten waren sie unterdurchschnittlich, ganz im Süden stark unterdurchschnittlich. Bei der Periode November-April handelt es sich gemäss MeteoSchweiz um die zweitwärmste seit Beginn der Messungen. Wärmer war nur der Winter 2006/07. Daher waren die Schneehöhen in tieferen Lagen, insbesondere in den Alpentälern deutlich unter dem langjährigen Mittelwert. Folglich war die Anzahl der Schneetage im Mittelland und im Jura klar unterdurchschnittlich.

Die frühwinterliche Schneearmut in diesem Winter (2015/16) war sogar noch ausgeprägter als die im vorangehenden Winter (2014/15). Mit Ausnahme des März fielen alle anderen Monate (November 2015 bis April 2016) zu warm aus. Vor allem der Dezember war rekordwarm - laut MeteoSchweiz wurden in Berggebieten 4 bis 6 °C höhere Temperaturen als im Durchschnitt (1981-2010) gemessen. In den Monaten November und Dezember fiel zudem sehr wenig Niederschlag, während die nachfolgenden zwei Monate einen leichten Niederschlagsüberschuss aufwiesen.

Über den ganzen Winter gesehen waren die westlichen Schweizer Alpen in Bezug auf die Schneemengen klar bevorteilt, weil diese Region vor allem im November und Januar mehr Niederschlag erhielt als der Rest der Schweiz. Die ersten Schneefälle bis ins Flachland (zwischen dem 21. und 24. November) waren in den höheren Lagen der Westschweiz so ergiebig, dass sie teilweise auch den

warmen und trockenen Dezember überlebten. Die östlichen Schweizer Alpen dagegen erlebte vielerorts auch in den höher gelegenen Regionen praktisch schneelose Weihnachtstage, weil die vielen Sonnenstunden dem wenigen Schnee arg zusetzten. Praktisch schneelos blieben im Frühwinter das Engadin und der Alpensüdhang, weil es dort bis Anfang Januar überhaupt keinen nennenswerten Niederschlag gab. Eine solch schneelose Situation bis gegen 2000 m ü.M. zum Jahreswechsel ist an den langjährigen Messstationen am Alpensüdhang bis jetzt noch nie vorgekommen. Auch die ergiebigen Schneefälle im Februar konnten das Defizit dort nicht mehr ausgleichen, so dass die Schneehöhen auch an den höchsten Stationen bis Mitte April immer unterdurchschnittlich blieben. Die Schneehöhen in den Zentral- und Ostschweizer Alpen erreichten auf Grund der häufigen Schneefälle im Januar und Februar immerhin Anfang März für kurze Zeit durchschnittliche Werte. In der Westschweiz waren diese Schneefälle intensiver, so dass die Schneehöhen dort ab Januar überdurchschnittliche Werte aufwiesen. Auf Grund der warmen Witterung war dies allerdings nur in Höhenlagen oberhalb von 1400 m der Fall. Im Norden und Osten holten die Schneehöhen ab der zweiten Aprilhälfte bis in den Mai hinein nochmal auf und erreichten besonders in hohen Lagen durchschnittliche Werte.

Das Mittelland erlebte nur Mitte Januar einige Tage mit negativen Wintertemperaturen und schneebedecktem Boden über mehrere Tage, was klar unter der Norm war.

Schneehöhenverlauf an ausgewählten Beobachterstationen

In den folgenden Graphiken wird jeweils der Verlauf der täglich gemessenen Schneehöhe im Vergleich zur minimalen, mittleren und maximalen je gemessenen Schneehöhe für jeden Tag dargestellt. Die Anzahl der Winter von Messbeginn bis und mit 2016 (n) wird in der Legende erwähnt. Die Beobachter messen in der Regel vom 1. November bis mindestens 30. April. Gebiete mit ähnlichem Schneehöhenverlauf im Winter 2015/16 werden zusammengefasst und anhand repräsentativer Stationen beschrieben.

Alpennordhang:

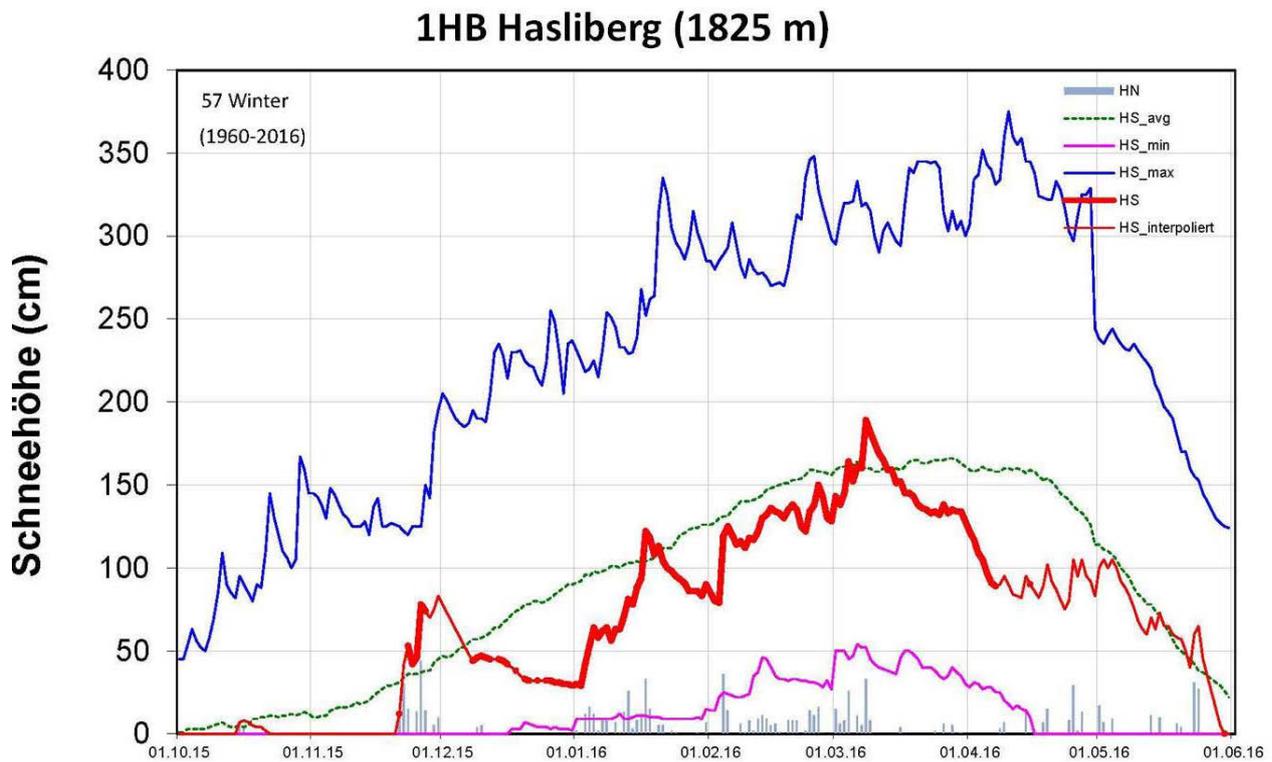


Abbildung 9: Schneehöhenverlauf an der Station 1HB, Hasliberg, BE, 1825 m, (n=57 Winter). Dargestellt sind die Schneehöhe (rot, fett: gemessen, HS; rot, dünn: interpoliert, HS_interpoliert), der Neuschnee (graue Säulen, HN), die langjährigen maximalen Schneehöhen (dunkelblau, HS_max), die langjährigen minimalen Schneehöhen (violett, HS_min) und die langjährigen mittleren Schneehöhen (grün, HS_avg).

Die Schneehöhenentwicklung am Alpennordhang kann anhand der langjährigen Vergleichsstation Hasliberg, 1825 m (Abbildung 9) verfolgt werden. Der Winter begann mit Schneefällen Ende November. Ab dem 21. November lag eine geschlossene Schneedecke. Der Neuschneewert von 44 cm am 26. November blieb dann gleich der grösste Schneefall des Winters. In der Folge nahm die Schneehöhe im Dezember mit den hohen Temperaturen wieder deutlich ab. Die Schneehöhen lagen meist etwas unter dem Durchschnitt, wobei aber keine neuen Minima erreicht wurden. Bedeutende Neuschneewerte waren neben den Schneefällen im November am 4. Februar mit 36 cm, zwei

Schneefälle mit 33 cm am 17. Januar und am 8. März und ein Schneefall mit 31 cm am 23. Mai. Alle anderen Schneefälle waren weniger als 30 cm (Tabelle 1). Teils mussten die Messungen interpoliert werden, da an dem Tag niemand vor Ort war, um zu messen (Abbildung 9). Die Anzahl Tage mit Neuschnee lag bei 46% von insgesamt 192 Tagen mit einer permanenten Schneebedeckung. Das Schneehöhenmaximum wurde am 8. März mit 189 cm erreicht.

Der maximale Wasserwert lag mit 538 mm deutlich unter dem Durchschnitt von 751 mm (46-jährige Wasserwert-Messreihe).

Tabelle 1: Statistik zur Station 1HB, Hasliberg, BE, 1825 m, (n=57 Winter) mit der Dauer der permanenten Schneebedeckung (Tage) und der Anzahl Neuschneemessungen in Klassen (cm) innerhalb dieser Zeit.

Einschneien	21.11.2015	Neuschnee (cm)	0	0.1-10	11-20	21-30	31-50	≥51
Ausapern	30.05.2016	Anzahl Tage	104	56	22	5	5	0
Dauer	192	Häufigkeit %	54.2	29.2	11.5	2.6	2.6	0

Unterwallis:

4FY Fionnay (1500 m)

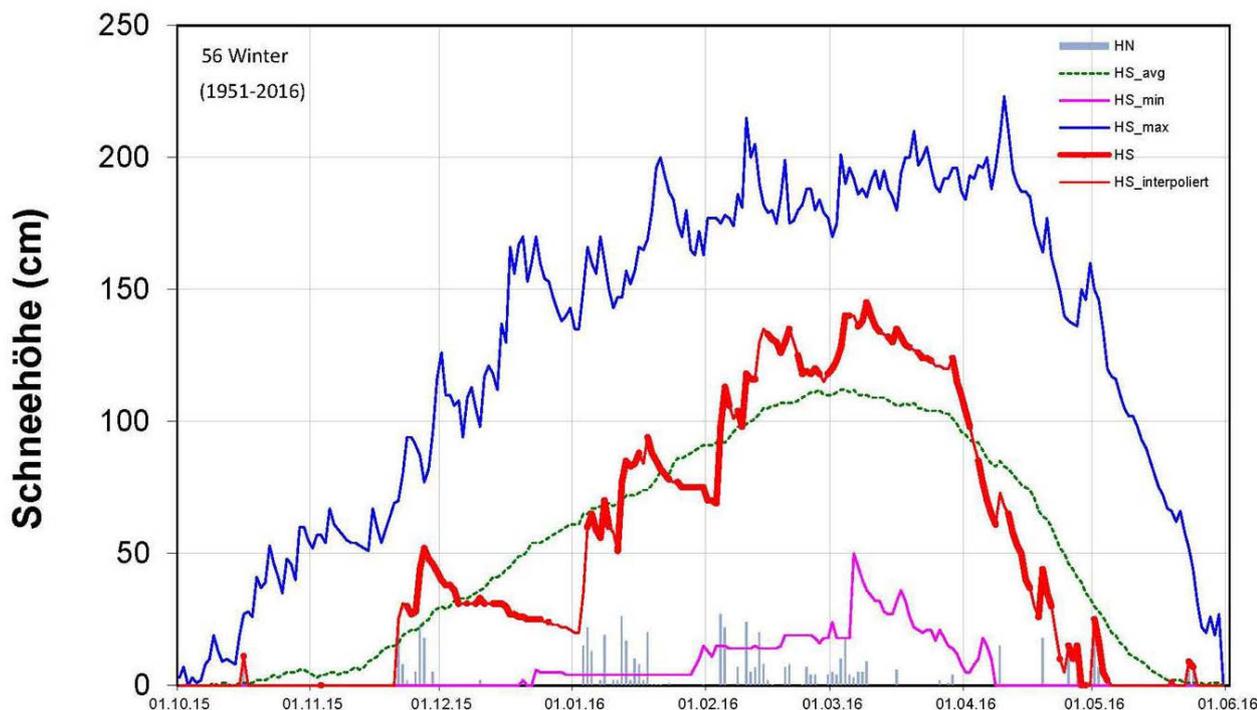


Abbildung 10: Schneehöhenverlauf an der Station 4FY, Fionnay, VS, 1500 m, (n=56 Winter). Dargestellt sind die Schneehöhe (rot, fett: gemessen, HS; rot, dünn: interpoliert, HS_interpoliert), der Neuschnee (graue Säulen, HN), die langjährigen maximalen Schneehöhen (dunkelblau, HS_max), die langjährigen minimalen Schneehöhen (violett, HS_min) und die langjährigen mittleren Schneehöhen (grün, HS_avg).

Die Schneehöhenentwicklung im Unterwallis kann anhand der langjährigen Vergleichsstation Fionnay, 1500 m (Abbildung 10) verfolgt werden.

Im Westen der Schweizer Alpen, wie an dieser Station, überlebten die ergiebigen Schneefälle von Ende November den ausserordentlich warmen Dezember, so dass an Weihnachten eine dünne Schneedecke lag. In Bezug auf die Schneemengen war die Westschweiz diesen Winter klar bevorteilt, weil die Region vor allem im November und im Januar mehr Niederschlag erhielt als der Rest der Schweiz. Daher waren die Schneehöhen an dieser Messstation von Januar bis März durchschnittlich bis leicht überdurchschnittlich. Im April nahmen sie rasch ab. Die Station aperte am 28. April aus,

erhielt aber im Mai nochmals etwas Schnee. Auch hier waren kaum grössere Neuschneewerte zu verzeichnen. An 39% der insgesamt 160 Tage mit permanenter Schneebedeckung wurde Neuschnee gemessen, wobei an sieben Tagen die Neuschneehöhe zwischen 21 und 30 cm lag (Tabelle 2). Alle anderen Schneefälle lagen unter 21 cm. Am 4. Februar wurde mit 27 cm der grösste Tages-Neuschneewert gemessen. Das Schneehöhenmaximum wurde am 9. März mit 145 cm erreicht. Am 28. April war das Messfeld ausgeapert (Tabelle 2). Der maximale Wasserwert lag mit 428 mm über dem Durchschnitt von 378 mm (43-jährige Wasserwert-Messreihe).

Tabelle 2: Statistik zur Station Fionnay 4FY, Fionnay, VS, 1500 m, (n=56 Winter) mit der Dauer der permanenten Schneebedeckung (Tage) und der Anzahl Neuschneemessungen in Klassen (cm) innerhalb dieser Zeit.

Einschneien	21.11.2015	Neuschnee (cm)	0	0.1-10	11-20	21-30	31-50	≥51
Ausapern	28.04.2016	Anzahl Tage	98	43	12	7	0	0
Dauer	160	Häufigkeit %	61.3	26.9	7.5	4.4	0	0

Nord- und Mittelbünden, Unterengadin:

5WJ Weissfluhjoch (2540 m)

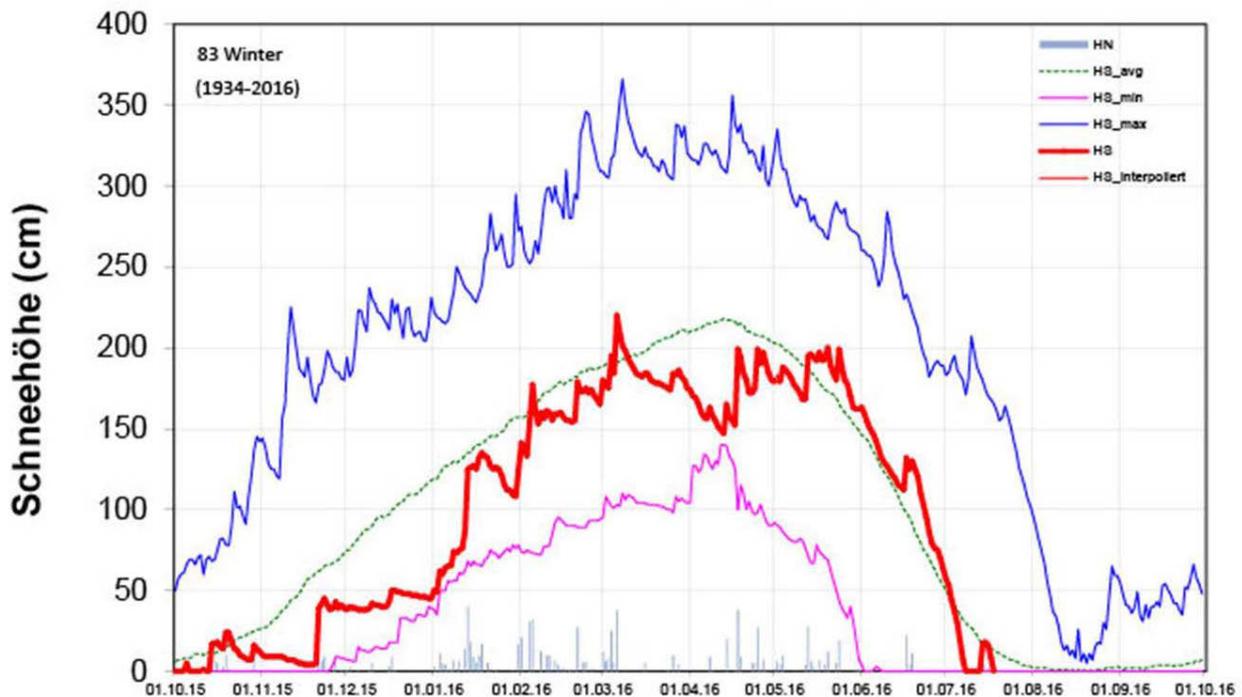


Abbildung 11: Schneehöhenverlauf an der Station 5WJ, Weissfluhjoch, GR, 2540 m, (n=83 Jahre). Dargestellt sind die Schneehöhe (rot, fett: gemessen, HS), der Neuschnee (graue Säulen, HN), die langjährigen maximalen Schneehöhen (dunkelblau, HS_max), die langjährigen minimalen Schneehöhen (violett, HS_min) und die langjährigen mittleren Schneehöhen (grün, HS_avg).

Die Schneehöhenentwicklung in den hohen Lagen von Nord- und Mittelbünden sowie im Unterengadin kann anhand der langjährigen Vergleichsstation Weissfluhjoch, 2540 m (Abbildung 11) verfolgt werden.

Wie verbreitet in den Schweizer Alpen, waren die Schneehöhen auf dem Weissfluhjoch meist unterdurchschnittlich, und dies besonders im Frühwinter (Abbildung 11). Zweimal, am 20. November und am 30. Dezember wurde beinahe das Schneehöhen Minimum erreicht. Einige langjährige Messstationen in Nord- und Mittelbünden auf rund 1500 m erlebten erstmals grüne oder nur schwach weisse Weihnachten. Das hochgelegene Messfeld auf dem Weissfluhjoch (2540 m) wurde am 14. Oktober eingeschneit (durchschnittliches Einschneidatum ist der 18. Oktober). Das Schneehöhenmaximum wurde am 6. März mit 220 cm erreicht. Mitte April nahmen die Schneehöhen so stark ab, dass beinahe das absolute Schneehöhenminimum für

diese Jahreszeit erreicht wurde. Danach blieben die Schneehöhen bis Ende Mai durch wiederholte Schneefälle in hohen Lagen aber stabil. Der Schneehöhenabbau war dadurch im Mai verzögert und Ende Mai lagen auf dem Messfeld am Weissfluhjoch noch 162 cm Schnee. Am 8. Juli aperte das Messfeld aus, einen Tag vor dem durchschnittlichen Ausaperungsdatum am 9. Juli.

Die Anzahl Tage mit Neuschnee lag bei 42% von insgesamt 269 Tagen mit einer permanenten Schneebedeckung. Die grösste Neuschneemenge wurde am 13. Januar gemessen und betrug 40 cm. Die meisten Neuschneewerte (34% der Tage) betrugen 10 cm oder weniger, 5% lagen zwischen 11 und 20 cm, 3% zwischen 21 bis 30 cm und 2% zwischen 31 und 50 cm (Tabelle 3).

Der maximale Wasserwert lag mit 797 mm unter dem Durchschnitt von 848 mm (80-jährige Wasserwert-Messreihe).

Tabelle 3: Statistik zur Station 5WJ, Weissfluhjoch Davos, GR, 2540 m, (n=83 Winter) mit der Dauer der permanenten Schneebedeckung (Tage) und der Anzahl Neuschneemessungen in Klassen (cm) innerhalb der Zeit von 14.10.2015 bis zum 08.07.2016. Am 31.05. lagen noch 162 cm Schnee, am 8. Juli aperte das Messfeld aus.

Einschneien	14.10.2015	Neuschnee (cm)	0	0.1-10	11-20	21-30	31-50	≥51
Ausapern	08.07.2016	Anzahl Tage	155	90	12	7	5	0
Dauer	269	Häufigkeit %	57.6	33.5	4.5	2.6	1.9	0

Alpenhauptkamm vom Simplongebiet bis ins Bergell und Gebiete südlich davon:

6SB San Bernardino (1640 m)

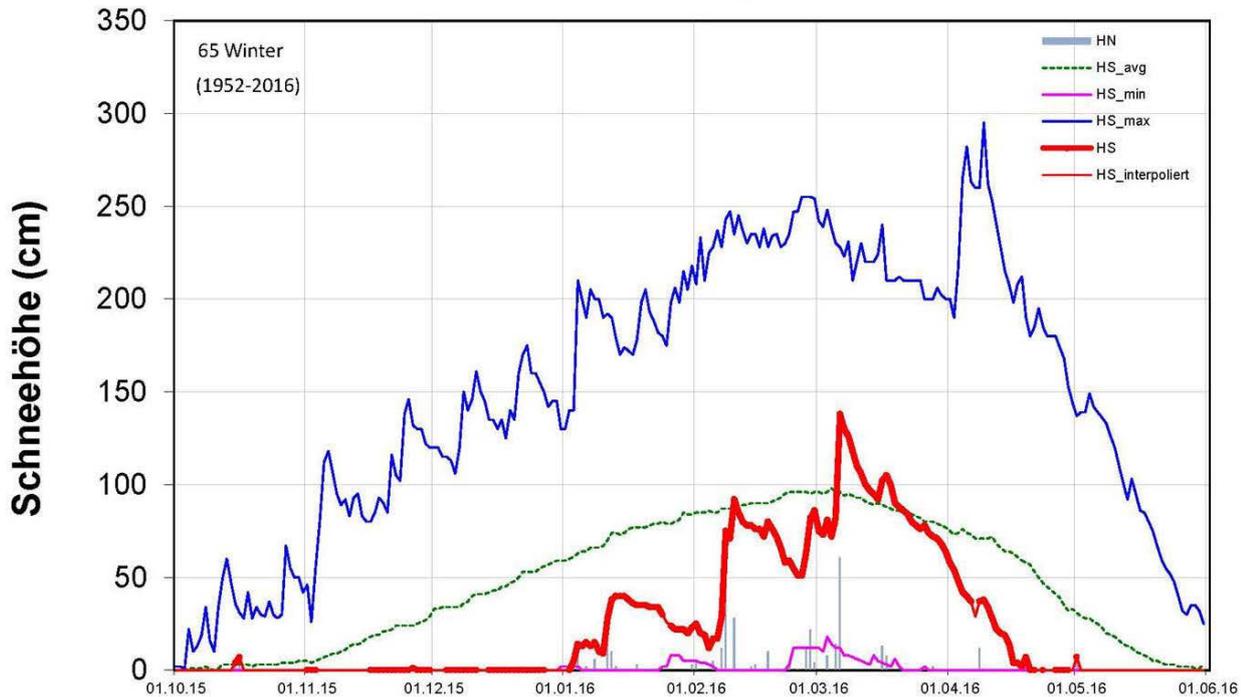


Abbildung 12: Schneehöhenverlauf an der Station 6SB, San Bernardino, GR, 1640 m, (n= 65 Winter). Dargestellt sind die Schneehöhe (rot, fett: gemessen, HS; rot, dünn: interpoliert, HS_interpoliert), der Neuschnee (graue Säulen, HN), die langjährigen maximalen Schneehöhen (dunkelblau, HS_max), die langjährigen minimalen Schneehöhen (violett, HS_min) und die langjährigen mittleren Schneehöhen (grün, HS_avg).

Die Schneehöhenentwicklung am Alpenhauptkamm vom Simplongebiet bis ins Bergell sowie in den Gebieten südlich davon kann anhand der langjährigen Vergleichsstation San Bernardino, 1640 m (Abbildung 12) verfolgt werden.

Der Frühwinter war im Süden ausserordentlich schneearm, im Tessin lag oberhalb von 1500 m so wenig Schnee wie noch nie zuvor am Jahresende. Das Messfeld der Vergleichsstation San Bernardino auf 1640 m wurde erst am 3. Januar eingeschneit. Das späteste Einschneidatum seit Beginn der Messungen war am 23.02.1989. Bis Anfang Februar 2016 lag jedoch nur sehr wenig Schnee (Schneehöhe am 4. Februar: 12 cm). Am 8. Februar fielen 51 cm und am 6. März 61 cm Schnee, was mit Abstand die grössten Schneefälle des Winters waren. Ab dem 6. März lagen die

Schneehöhen kurzzeitig über dem Durchschnitt, ansonsten meist stark darunter. Die Ausaperung ging im April rasch vonstatten und das Messfeld war am 20. April schneefrei, vier Tage vor dem durchschnittlichen Ausaperdatum am 24. April. Das früheste Ausapern war auf diesem Messfeld am 22. März 1993. Das Schneehöhenmaximum des Winters 2015/16 wurde am 8. März mit 138 cm erreicht.

Es wurde nur an 35% von 109 Tagen mit permanenter Schneebedeckung Neuschnee gemessen. Abgesehen von den beiden hohen Werten von 61 und 51 cm war kein anderer Neuschneewert grösser als 30 cm (Tabelle 4).

Der maximale Wasserwert lag mit 286 mm unter dem Durchschnitt von 326 mm (44-jährige Wasserwert-Messreihe).

Tabelle 4: Statistik zur Station San Bernardino 6SB, San Bernardino, GR, 1640 m, (n=65 Winter) mit der Dauer der permanenten Schneebedeckung (Tage) und der Anzahl Neuschneemessungen in Klassen (cm) innerhalb dieser Zeit.

Einschneien	03.01.2016	Neuschnee (cm)	0	0.1-10	11-20	21-30	31-50	≥51
Ausapern	20.04.2016	Anzahl Tage	71	28	6	2	0	2
Dauer	109	Häufigkeit %	65.1	25.7	5.5	1.8	0	1.8

Schneedeckenaufbau

Nach einem sehr schneearmen Winterstart bildeten zunehmend lockere, aufbauend umgewandelte Schichten die dünne Frühwinter-Schneedecke. Sonnenhänge waren oft bis in hohe Lagen aper. Im Januar fiel dann im Westen und im Norden erstmals ergiebig Schnee begleitet von starkem Wind. Im Osten und im Süden blieb der Winter zunächst schneearm. Im Februar fiel dann verbreitet ergiebig Schnee mit starkem Wind vor allem aus Südwest bis West und mit Föhnstürmen. Ab Februar waren regionale Unterschiede im Schneedeckenaufbau ausgeprägt. Im Unterwallis, im nördlichen Wallis und am Alpennordhang war der schwache Altschnee zunehmend überdeckt und es waren vor allem die Neu- und Tribschneesichten, die kurzzeitig instabil waren. Andererseits bildeten beson-

ders im südlichen Oberwallis, im nördlichen Tessin, in den inneralpinen Gebieten Graubündens, im Engadin und in den Bündner Südtälern die schwachen Basisschichten der Schneedecke bis in die erste Märzwoche hinein eine Schwachschicht, in der Lawinen anrissen. Diese war diesen Winter die einzige Schwachschicht, die über längere Zeit erhalten blieb. Im Vergleich zum Durchschnitt der letzten zehn Winter (Abbildung 13) war der Schneedeckenaufbau allgemein im Dezember 2015 und Januar 2016 ungünstiger und damit die Schneedeckenstabilität geringer. In der Folge sind die wichtigsten zeitlichen und regionalen Entwicklungen beschrieben.

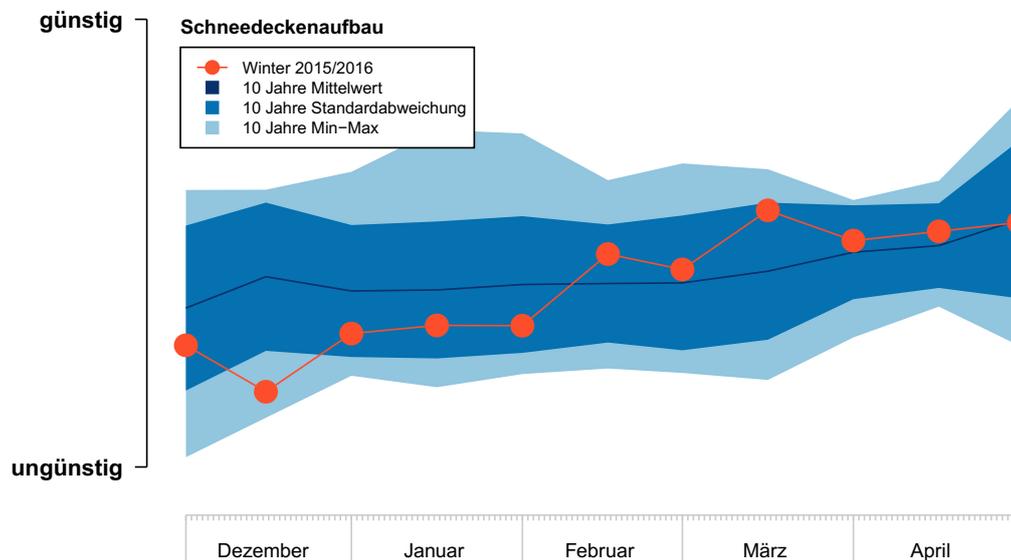


Abbildung 13: Schneedeckenaufbau im Winter 2015/16 (rote Linie mit Punkten: Winter 2015/16) im Vergleich mit den letzten 10 Wintern (dunkelblaue Linie: 10 Jahre Mittelwert), den minimalen und maximalen Werten der Schneedeckenstabilität (hellblau schattierter Bereich: 10 Jahre Min-Max), und dem Bereich von einer Standardabweichung um den Mittelwert (dunkelblau schattierter Bereich: 10 Jahre Standardabweichung). Der Index berücksichtigt die maximale Anzahl Nieten (kritische Bereiche) in der Schneedecke sowie den Anteil sehr weicher, grobkörniger und aufbauend umgewandelter Schichten. Als Grundlage für den Index wurden alle Flachfeldprofile, sowie Hangprofile, welche an Nordhängen (Nordwest über Nord bis Nordost) aufgenommen wurden, verwendet.

Bis zum Jahresende kaum Schnee und wenig lawinengefährlich

Mit sehr milden Temperaturen und grosser Trockenheit begann der Winter mit nur sehr wenig oder gar keinem Schnee (Abbildung 14). Touren und Variantenabfahrten waren daher nur sehr beschränkt möglich. Aus der dünnen Schneedecke entwickelte sich an Schattenhängen in hohen Lagen verbreitet eine schwache, kantig aufgebaute, später relevante Altschneesicht. An Weihnachten 2015 lag im Unterwallis und am westlichen Alpennordhang in mittleren Lagen (Abbildung 17), sonst allgemein nur in hohen Lagen an Schattenhängen eine dünne Schneedecke. Im Süden lag ausserordentlich wenig Schnee (vgl. Abschnitt Schneehöhenverlauf, Abbildung 12). Vor allem an Schattenhängen in hohen Lagen war der Altschnee aufbauend umgewandelt (Abbildung 18).



Abbildung 14: Kein (Natur-)Schnee bis Ende Dezember ist in Davos (1560 m, GR) seit Messbeginn vor über 100 Jahren noch nie vorgekommen (Foto: SLF/Th. Stucki, 26.12.2015).

Heikle Lawinensituationen für Schneesportler durch ergiebige Schneefälle und zeitweise schwache Schneedecke

Zuerst im Westen und Norden, ab Februar dann auch im Osten und Süden führten wiederholte Schneefälle und Föhnstürme zu kritischen Lawinensituationen. Die Neu- und Tribschneesichten waren am Übergang zum aufbauend umgewandelten Altschnee, der teils von Schmelzharschkrusten überlagert war, auslösbar (Abbildung 18).

Im Norden und Westen überdeckten die teils mächtigen Neu- und Tribschneesichten (Abbildungen

15 und 20) nach und nach die schwache, bodennahe Schicht, so dass in dieser im Februar kaum noch Lawinen ausgelöst werden konnten. Im südlichen Oberwallis, im nördlichen Tessin, in den inneralpinen Gebieten Graubündens, im Engadin und in den Bündner Südtälern hingegen blieben die schwachen Basisschichten der Schneedecke bis in die erste Märzwoche hinein eine Gefahr (Abbildungen 16 und 20). Der kantig aufgebaute Altschnee war diesen Winter die einzige massgebliche Schwachschicht, die über längere Zeit erhalten blieb.



Abbildung 15: Viel Schnee im Westen: Nach den intensiven Schneefällen in den ersten drei Januarwochen waren die Schneehöhen besonders im Unterwallis überdurchschnittlich. Im Bild Les Marécottes, oberhalb Martigny (VS) auf 1780 m ü. M. (Foto: J.L. Lugon, 14.02.2016).



Abbildung 16: Diese Lawine wurde am 27. Januar 2016 im Unterengadin durch Personen fernausgelöst. Der Anriss im bodennahen Altschnee ist gut erkennbar (Nordosthang auf 2420 m, Alp Tea, Tschlin/GR, Foto: T. Villars).

Hasliberg (1HB – 1830 m) – 2015/16

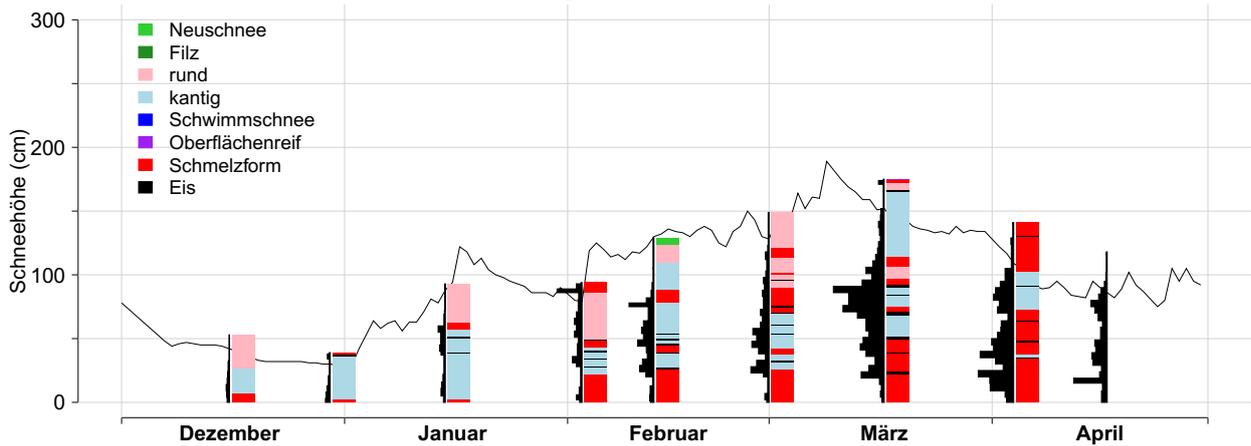


Abbildung 17: Schneedeckenentwicklung im Winter 2015/16 an der Station 1HB, Hasliberg, BE, 1830 m. Dargestellt sind die Schneehöhe (schwarze Kurve, eine Messung pro Tag), der Rammwiderstand (schwarze, horizontale Balken) und die Kornformen (vgl. Legende in der Abbildung). Rammwiderstand, Kornformen und Schneetemperaturen stammen von Schneeprofilaufnahmen (zwei Mal pro Monat).

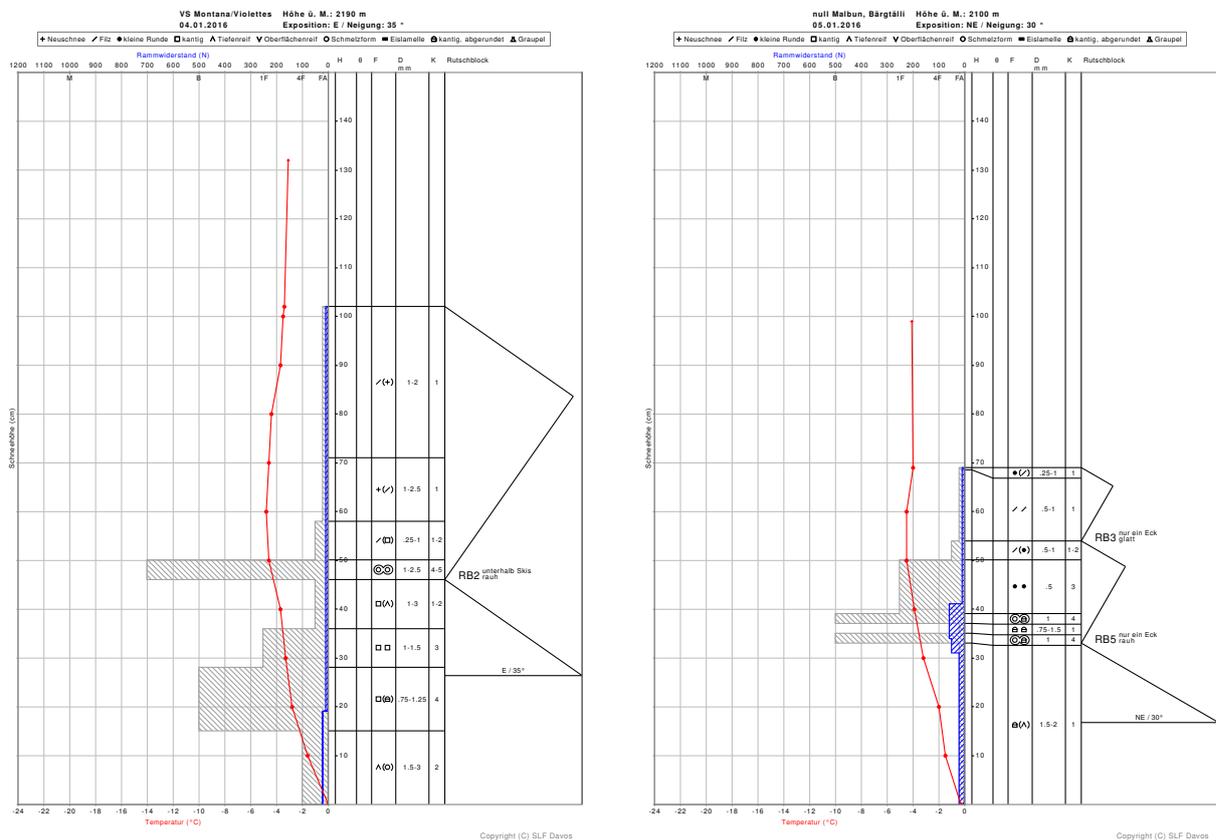


Abbildung 18: Zwei Schneeprofile, aufgenommen am 4. Januar 2016 im Unterwallis bei Violettes (Montana, 2190 m, Osthang, linkes Schneeprofil) und am 5. Januar am östlichen Alpennordhang im Bärgtälli (Malbun, LI, 2100 m, Nordosthang, rechtes Schneeprofil). Dargestellt sind die Handhärte (graue horizontale Balken), der Rammwiderstand (blau), der Temperaturverlauf (rot), die Kornformen sowie die Korngrößen. Beim Stabilitätstest (Rutschblock-Test) erfolgte der Bruch jeweils unterhalb vom Neu- und Triebsschnee in einer sehr weichen, aufbauend umgewandelten Schicht unterhalb der verkrusteten Altschneeoberfläche.

Zwei Wärmeeinbrüche im Hochwinter, mit Regen Anfeuchtung der Schneedecke bis in hohe Lagen

Zum Monatswechsel Januar/Februar feuchteten starke Niederschläge mit einer Schneefallgrenze zwischen 2400 m und 3000 m die Schneedecke bis in hohe Lagen an (Abbildung 19). Die Anfeuchtung schwächte diese flächig, was zu einer hohen Auslösebereitschaft von Lawinen führte. Eine ähnliche Situation ereignete sich am 21. Februar, als die Temperaturen erneut auf frühlinghafte Werte anstiegen und es im Hochwinter das zweite Mal bis auf rund 2400 m hinauf regnete. Durch den Regen bildeten sich im Hochwinter wiederholt Schmelzharschkrusten an der Schneeoberfläche, die später eingeschneit wurden (Abbildung 21).



Abbildung 19: Regen im Hochwinter und die Schneeoberfläche war bis über 2500 m von Rillen gezeichnet, die durch den Wasserabfluss entstanden (Foto: Segnasboden, Flims (GR), M. Ulmer, 01.02.2016).

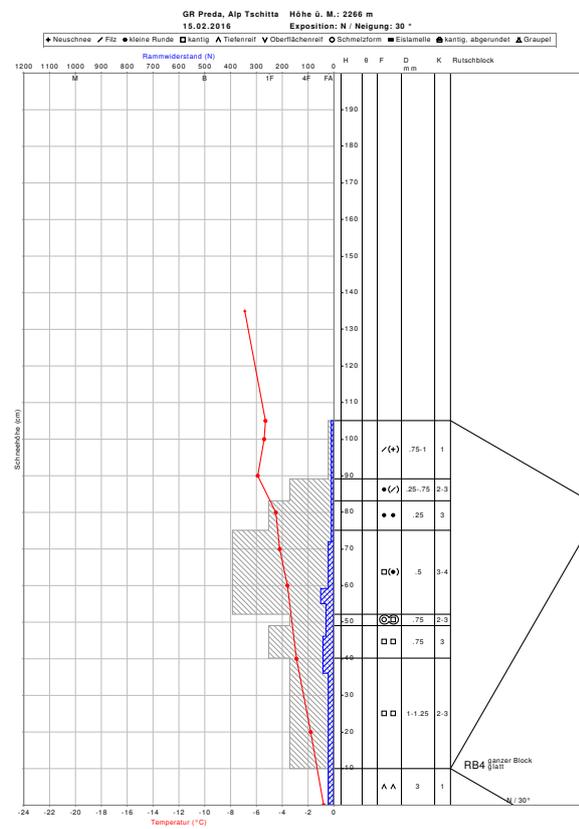
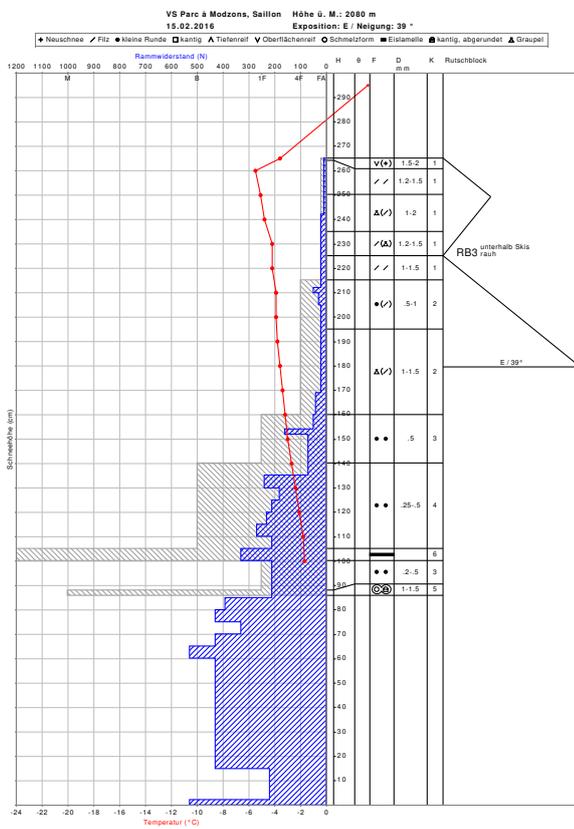


Abbildung 20: Zwei Schneeprofile, aufgenommen am 15. Februar im Unterwallis beim Parc à Modzons (Saillon, VS, 2080 m, Osthang, linkes Schneeprofil) und in Mittelbünden bei der Alp Tschitta, Preda (GR, 2266 m, Nordhang, rechtes Schneeprofil). Dargestellt sind die Handhärte (grau), der Rammwiderstand (blau), der Temperaturverlauf (rot), die Kornformen sowie die Korngrößen. Beim Stabilitätstest (Rutschblock Test) erfolgte der Bruch im Unterwallis zwischen oberflächennahen Neu- und Triebsschneeschichten, in Mittelbünden hingegen immer noch in der sehr weichen, aufbauend umgewandelten Altschneedecke nahe des Bodens.

Bis Mitte April oft günstige Frühlingssituation, dann nochmals winterliche Verhältnisse

Der März war verhältnismässig kühl. Besonders im Süden fiel Anfang März viel Schnee, was zu einem Verkehrschaos und zu Schadenlawinen führ-

te (vgl. Abschnitt «Lawinenaktivität»). Ab der zweiten Märzwoche fiel kaum noch Schnee und die Schneedecke stabilisierte sich verbreitet. Dies zuletzt auch in den Gebieten mit der anhaltend schwachen Altschneedecke (Abbildung 21).

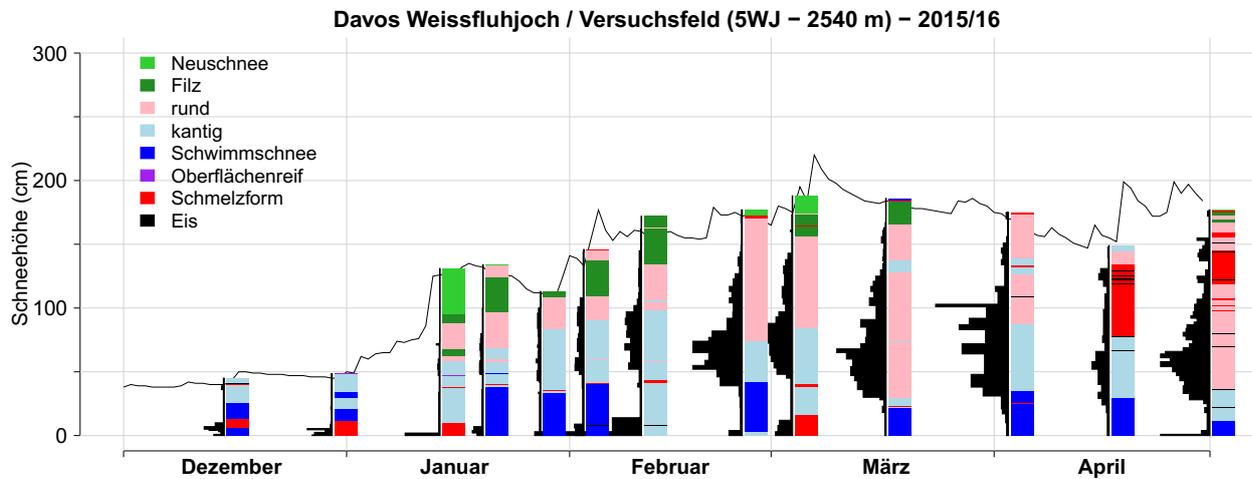


Abbildung 21: Schneedeckenentwicklung im Winter 2015/16 an der Station 5WJ, Weissfluhjoch, GR, 2540 m. Dargestellt sind die Schneehöhe (schwarze Kurve, eine Messung pro Tag), der Rammwiderstand (schwarze Balken) und die Kornformen (vgl. Legende in der Abbildung). Rammwiderstand, Kornformen und Schneetemperaturen stammen von Schneeprofilaufnahmen (zwei bis drei Mal pro Monat).

Mit höheren Temperaturen und der tageszeitlichen Einstrahlung war die Schneedecke besonders im April zunehmend durchfeuchtet und Nass- und Gleitschneelawinen waren die Folge. Von der zweiten Aprilhälfte bis in den Mai war es für die Jahreszeit zu kalt und mit wiederholten Schneefällen war die Situation besonders in hohen Lagen und im Hochgebirge anhaltend winterlich mit einem verzögerten Schneedeckenabbau in hohen Lagen. Unterhalb von rund 2500 war die Schneedecke grösstenteils durchfeuchtet. In Lagen darüber war sie an Nordhängen teils bis in den Mai noch oberflächennah trocken. Neu- und Triebsschneeschichten waren zeitweise leicht auslösbar. Mit der Erwärmung von Ende Mai wurden dann vor allem die neueren Schneeschichten noch durchfeuchtet und geschwächt.

Übersicht Schneedeckenaufbau in drei Grossregionen

Für eine Übersicht der potentiellen Schwachschichten in der Schneedecke wurde deren Anteil aus simulierten Schneedecken an den automatischen Messstationen (Flachfelder) mit dem Schneedeckenmodell Snowpack jeweils morgens berechnet und in Abbildung 22 dargestellt. Die Schweizer Alpen wurden dafür von Nord nach Süd in drei Grossregionen unterteilt.

Oberflächennahe Schwachschichten waren in allen Regionen der Schweizer Alpen wiederholt vorhanden (obere Grafik in Abbildung 22) und wurden ein-

geschneit (untere Grafik in Abbildung 22). Zu Winterbeginn war dies die aufgebaute Altschneedecke, die im Januar verbreitet eingeschneit wurde. Im Verlauf des Winters handelte es sich meist um kantig aufgebaute Schneeoberflächen, seltener wurde diesen Winter Oberflächenreif eingeschneit. Die drei Grossregionen unterscheiden sich bei der Entwicklung der oberflächennahen Schwachschichten wenig (obere Grafik in Abbildung 22).

Der Anteil von potentiellen Schwachschichten im obersten Meter der Schneedecke (ohne die Schneeoberfläche) ist in Abbildung 22 (untere Grafik) zusammengefasst. Die drei Grossregionen der Schweizer Alpen unterscheiden sich hier deutlich. Im Frühwinter war der Anteil potentieller Schwachschichten in den inneralpinen Gebieten am grössten. Im Hochwinter waren sie vor allem in den inneralpinen Regionen und in den südlichen Gebieten verbreitet vorhanden. In den nördlichen Gebieten war ihr Anteil deutlich kleiner.

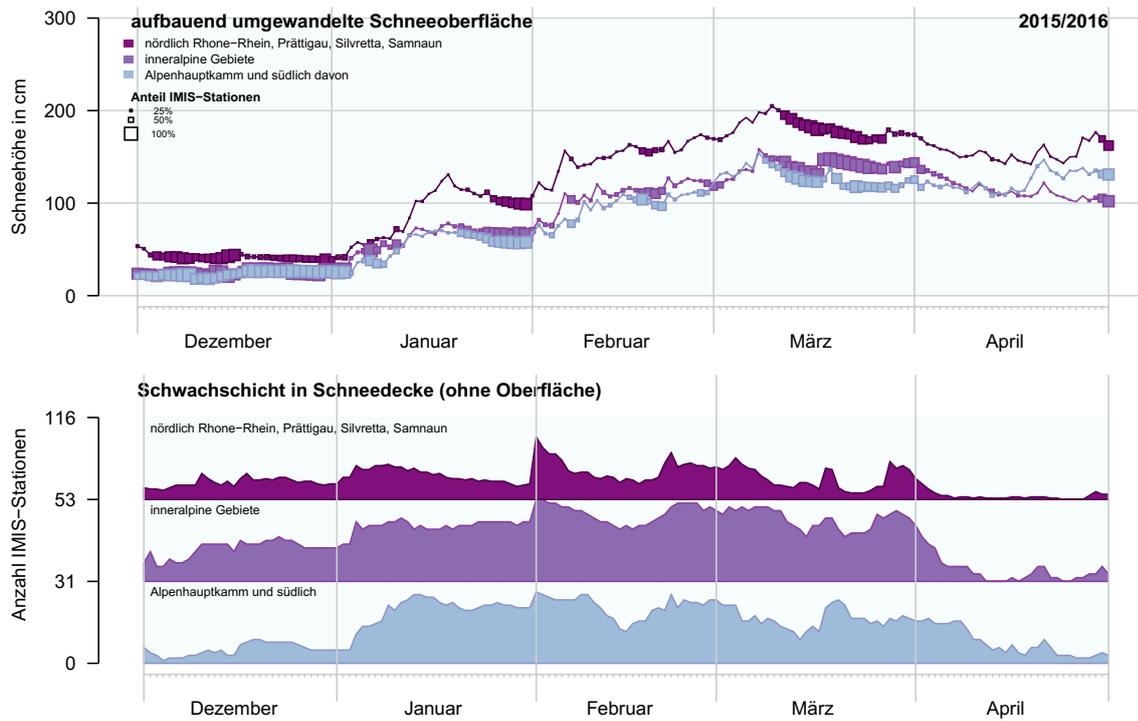


Abbildung 22: Anteil der Flachfelder mit grobkörnig, kantig aufgebauten und weichen Schichten im Winter 2015/2016, simuliert mit dem Schneedeckenmodell SNOWPACK für Flachfelder an den automatischen Messstationen. Dies für die obersten 10 cm der Schneedecke (obere Grafik) sowie für die obersten 100 cm der Schneedecke (ohne die oberflächlichen 10 cm, untere Grafik). Die drei Farben stehen für drei Grossregionen (nördliche Gebiete, inneralpine Gebiete, südliche Gebiete) der Schweizer Alpen. Je grösser der Anteil Stationen mit Schwachschichten ist, desto grösser ist das quadratische Symbol in der oberen Grafik und desto höher ist die Fläche in der unteren Grafik.

Übersicht Wassergehalt der Schneedecke an Flachfeldern

Der Grad der Durchfeuchtung wurde aus dem simulierten Wassergehalt der Schneedecke mit dem Schneedeckenmodell SNOWPACK ermittelt. Die Darstellung des Wassergehalts (Abbildung 23) wird in vier Klassen unterteilt: trocken, teilweise feucht, durchfeuchtet oder kein Schnee. Die Schneedecke gilt dabei als durchfeuchtet, wenn genug Wasser in der simulierten Schneedecke vorhanden ist, dass ein volumetrischer Wassergehalt von 3% erreicht

oder überschritten ist (jeweils nachmittags). Abbildung 23 zeigt die Durchfeuchtung der Schneedecke an Flachfeldern im zeitlichen Verlauf vom Dezember 2015 bis April 2016 (Nord- und Südhängen sind nicht dargestellt). Im Frühwinter und im Hochwinter 2015/16 wurden besonders Südhänge, Flachfelder und Nordhänge nur zu einem kleinen Anteil, feucht. Die komplette Durchfeuchtung der Schneedecke fand an Flachfeldern und Nordhängen ab April, an Südhängen bereits ab März statt.

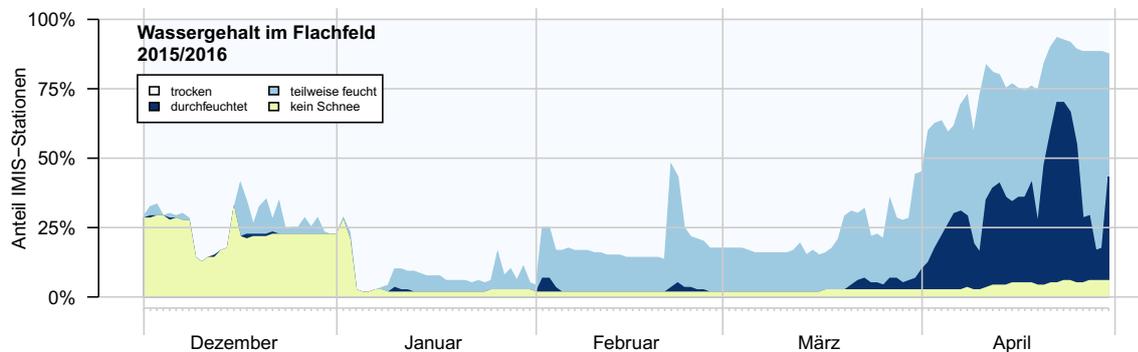


Abbildung 23: Durchfeuchtung der Schneedecke an Flachfeldern. Der Wassergehalt wird anhand der Schneedeckensimulation mit dem Modell SNOWPACK und den Messdaten der jeweiligen IMIS-Stationen simuliert.

Lawinenaktivität

Der Lawinenaktivitätsindex (Abbildung 24) zeigt die Hauptphase der Lawinenaktivität im Winter 2015/16 von Januar bis Mitte März. Ab Mitte März wurden vor allem noch Nassschneelawinen gemeldet. Eine ausgeprägte Nassschneelawinenperiode blieb aber aus. Feuchte und nasse Lawinen wurden auch im Hochwinter, oft durch Regen bis in hohe Lagen ausgelöst. Der Lawinenaktivitätsindex

erreichte im Winter 2015/16 die höchsten Werte am 13. Januar (Nr. 2 in Abb. 26), am 1. Februar (Nr. 4, höchster Wert), am 21. Februar (Nr. 6) und am 6. März (Nr. 8). Die Hauptunfalltage waren der 21. Februar (Nr. 6), der 27. Februar (Nr. 7) und der 6. März 2016 (Nr. 8).

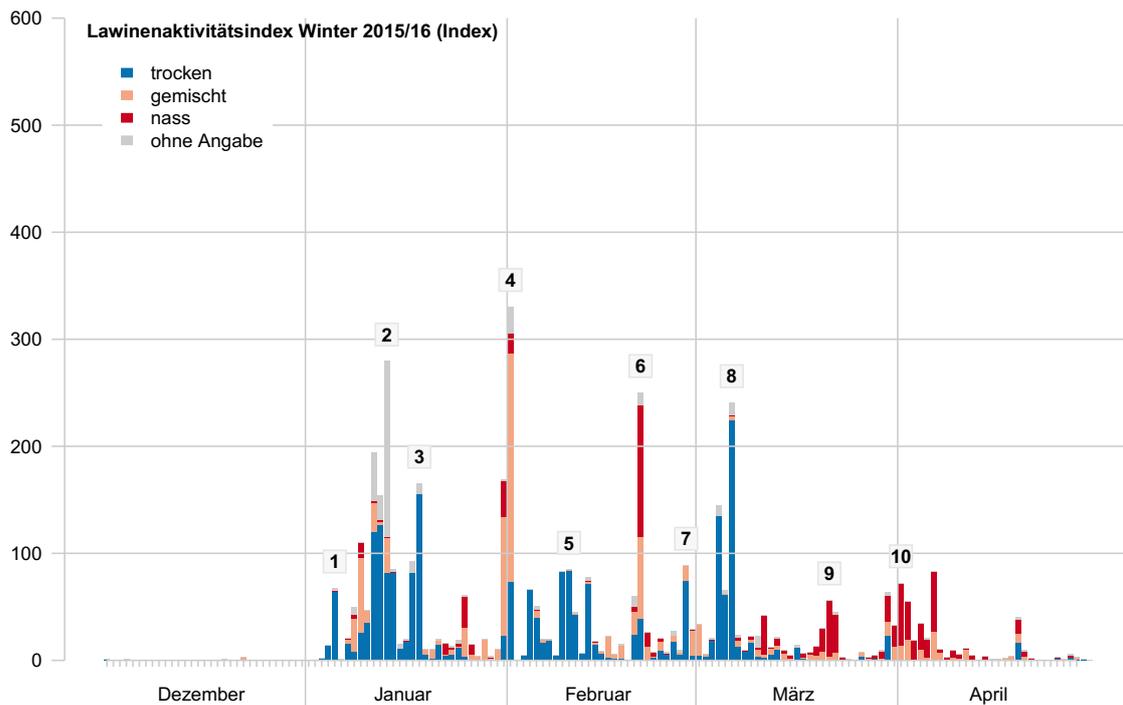


Abbildung 24: Lawinenaktivität im Verlauf des Winters 2015/2016 in den Schweizer Alpen und im Jura, dargestellt durch einen dimensionslosen Lawinenaktivitätsindex. In diesem werden die von den SLF-Beobachtern gemeldeten Lawinen nach Anzahl, Grösse und Auslöseart gewichtet und für jeden Tag addiert. Zudem wird nach Wassergehalt des Lawinenschnees unterschieden. Der Lawinenaktivitätsindex ist abhängig von den Sichtverhältnissen. Im Weiteren gibt es keine regionalen Differenzierungen. Trotz gewissen Vorbehalten ist der Lawinenaktivitätsindex eine geeignete Methode um Phasen geringer Lawinenaktivität von solchen mit hoher Lawinenaktivität zu unterscheiden.

Bemerkenswerte Lawinenperioden

Lawinenabgänge sind von mehreren Faktoren abhängig: Stabilität der Schneedecke, die sich mit der Zeit verändert, Neuschnee, Wind, Temperaturschwankungen, Zusatzbelastungen auf die Schneedecke z.B. durch Personen oder Sprengungen, etc. Dadurch ergibt sich, dass die Lawinenaktivität von Tag zu Tag schwankt, was in Abbildung 24 deutlich zu sehen ist. Bemerkenswerte Lawinenperioden des Winters 2015/16 sind mit Nummern markiert (Abbildung 24) und werden im Folgenden beschrieben.

Oktober

Vom 1. bis 4. Oktober fielen im Simplongebiet und im nordwestlichen Tessin im Hochgebirge oberhalb von 3500 m 60 bis 80 cm Schnee, in den direkt angrenzenden Gebieten 40 bis 60 cm. Mässiger bis starker Südwind verfrachtete im Hochgebirge den Neuschnee. Einzelne, meist kleine Lawinen wurden aus dem Saastal, VS gemeldet. Ein erster markanter Wintereinbruch ereignete sich vom 13. bis 16. Oktober. Die Schneefallgrenze sank bis in mittlere Lagen. Oberhalb von 2000 m fielen am Alpenhauptkamm und im Engadin bis zu 50 cm Schnee. Triebschnee bildete sich vor allem in Kammlagen und im Hochgebirge. Im Gebiet Saas und Zermatt wurden einzelne Sicherungsspengungen erfolgreich

durchgeführt und vereinzelt auch kleine Lawinen durch Personen ausgelöst. Am 24.10. ereignete sich am Piz Palü (Pontresina, GR) ein tödlicher Lawinenunfall. Da ausser im Hochgebirge kaum eine Altschneedecke lag, war die Lawinenaktivität insgesamt gering.

November

Nach drei sehr milden und sonnigen Novemberwochen war der Oktoberschnee – ausser an Nordhängen – in der Höhe wieder geschmolzen. Vom 20. bis 22. November fielen am Alpennordhang und im nördlichen Wallis oberhalb von 2500 m 80 bis 100 cm Schnee, nach Süden nahmen die Neuschneemengen stark ab. Kurz danach, vom 25. bis 27. November fielen im Norden 40 bis 60 cm, lokal bis zu 90 cm Schnee, wobei die Schneefallgrenze bis in tiefe Lagen sank. Im Süden blieb es im November weitgehend trocken. Einzelne gesprengte oder durch Personen ausgelöste Lawinen wurden vor allem vom Alpennordhang gemeldet. Am 26.11. verschüttete die Sättelital-Lawine die Strasse ins Grosstal (Isenthal, UR). Die Lawinen brachen am Übergang zum Altschnee an oder glitten als Gleitschneelawinen am Boden ab. Ende November entstand mit wenig Neuschnee und stürmischem Wind eine heikle Lawinensituation. Im Hochgebirge lösten sich spontane Lawinen, am Alpennordhang lösten Personen Lawinen aber auch im Waldgrenzbereich aus. Die Schneehöhen waren Ende November im Norden und im Unterwallis leicht überdurchschnittlich, in den übrigen Gebieten lag sehr wenig oder kein Schnee.

Dezember

Der Dezember war meist trocken und extrem warm. Die Schneedecke schmolz an Südhängen wieder ab. An steilen Schattenhängen wurde sie aufbauend umgewandelt und bestand dort zunehmend aus lockeren, kantig aufgebauten Schichten. Oft waren dünne Schmelzharschkrusten eingelagert. Am Alpennordhang und im Unterwallis waren bodennahe Schichten besser verfestigt als in den übrigen Gebieten. In der zweiten Dezemberhälfte lag an vielen Orten fast kein Schnee mehr und es herrschten eher Wanderverhältnisse. Skitouren waren in hohen Lagen vor allem am Alpennordhang und im Unterwallis sowie allgemein von hochgelegenen Passstrassen aus möglich. Vereinzelt wurden Lawinenabgänge beobachtet. Bereits mit wenig Triebsschnee war die Auslösebereitschaft lokal deutlich erhöht (Abbildung 25). Insgesamt war aber die Lawinenaktivität im Dezember und besonders auch während der Weihnachtstage gering (Abbildung 24), weil die Skitouren- und Variantenaktivität aufgrund von Schneemangel allgemein gering war.



Abbildung 25: Fernausgelöste Lawine an einem Nordhang, Schwarzhornfurrga (Davos, GR) vom 19.12.2015. Die Lawine brach auf der dünnen, aber ungünstigen Altschneedecke an. Bereits wenig Neu- und Triebsschnee führte lokal zu einer hohen Auslösebereitschaft von Lawinen (Foto: SLF/F. Techel, 20.12.2015).

Januar

(1) 05.01.2016: Vom 3. bis 5. Januar fiel der erste grössere Niederschlag seit Ende November 2015. Ganz im Westen fielen bis zu 100 cm Schnee, im Unterwallis und am Alpennordhang rund 50 cm. Der Neuschnee fiel auf lockeren, aufgebauten Altschnee. Lawinen gingen in hohen Lagen vor allem an Nord- und Osthängen nieder oder wurden durch Personen ausgelöst. Die Auslösebereitschaft von kleinen und mittleren Lawinen war in den Neuschneegebieten hoch. Neben Lawinen wurden auch häufig Wummgeräusche und Risse in der Schneedecke beobachtet, was deutliche Alarmzeichen für den schwachen Schneedeckenaufbau waren. Im Trientgebiet (VS) wurde eine grosse spontane Lawine gemeldet, die bis auf 1400 m hinunter vorsties.

(2) 13.01.2016: Vom 7. bis 13. Januar fiel anhaltend und besonders im Westen sehr ergiebig Schnee, mit sinkender Schneefallgrenze. Im Westen kamen, begleitet von stürmischen Westwinden, bis 180 cm, in den übrigen Gebieten, ausser im Süden, verbreitet rund 50 cm Schnee zusammen. Die hohen Niederschlagsintensitäten und der schwache Altschnee vom alten Jahr führten zu einer hohen Auslösebereitschaft von Lawinen vom 8. bis 14. Januar, mit der höchsten Aktivität am 13. Januar. Zunächst lösten sich mit Regen spontan vor allem kleine bis mittlere feuchte Lawinen, dann auch trockene, teils grosse Lawinen. Betroffen waren das Wallis, der Alpennordhang und Graubünden. Besonders im Wallis gingen grosse Lawinen nieder. Zudem ereigneten sich mehrere Lawinenunfälle, darunter ein tödlicher Unfall am 9. Januar am Mäderhorn (Ried-Brig, VS). Besonders am 13. Januar wurden vermehrt Lawinen bei Sicherheitssprengungen ausgelöst (Abbildung 26). Am 14. Januar verlagerte sich die spontane Lawinenaktivität dann in den Osten.



Abbildung 26: Bei Sicherungssprengungen vom Helikopter aus wurde diese grosse Staublawine in der Nordostflanke der Garde de Bordon (Anniviers, VS, 3310 m) ausgelöst (Foto: Zinal, VS, 1675 m, C. Peter, 13.01.2016).

(3) 18.01.2016: Der anschliessende Grossschneefall vom 15. bis 17. Januar betraf vor allem den Alpennordhang mit bis zu 100 cm und das nördliche Wallis und Nordbünden mit rund 50 cm Schnee bei tiefer Schneefallgrenze. Wieder blies zeitweise stürmischer Westwind. Während im Westen die Auslösebereitschaft nicht mehr so hoch war, lösten sich in dieser Phase vor allem am zentralen und östlichen Alpennordhang sowie in Nord- und Mittelbünden spontane Lawinen oder sie wurden künstlich ausgelöst. Es ereigneten sich mehrere Lawinenunfälle, mit einem Todesopfer am 16. Januar am Combe de Saxon (Saxon, VS). In den schneearmen Gebieten Graubündens waren die Schwachschichten nur wenig überdeckt und brachen häufig bereits unter der Belastung eines Wintersportlers, was sich in häufigen Wummgeräuschen äusserte. Die Lawinen waren hier aber eher klein.

Am 18. Januar konnte im SLF-Testgelände im Vallée de la Sionne (Arbaz, VS) für Forschungszwecke eine grosse Staublawine künstlich ausgelöst und vermessen werden (Abbildung 27).



Abbildung 27: Gesprengte Lawine im Testgelände des SLF im Vallée de la Sionne (Arbaz, VS). Der Messmasten (untere Bildmitte) ist 19 Meter hoch (Foto: SLF/automatische Kamera, 18.01.2016).

Februar

(4) 01.02.2016: Vom 31. Januar bis 1. Februar feuchteten starke Niederschläge mit einer Schneefallgrenze zwischen 2400 m und 3000 m die Schneedecke an allen Expositionen und bis in hohe Lagen an. Der Regen schwächte die Schneedecke, intensive Schneefälle und Sturm bildeten im Hochgebirge umfangreiche Tribschneeanfassungen, die eine grosse Zusatzbelastung für den schwachen Altschnee waren. Dies führte - ausser im Süden - verbreitet zu einer kurzen, aber sehr aktiven Phase von spontanen feuchten und nassen Lawinen zum Monatswechsel Januar/Februar. Die höchste Lawinenaktivität des Winters 2015/16 wurde am 1. Februar erreicht. Am 30. Januar ereigneten sich in Graubünden zwei Lawinenunfälle, wobei eine Person am Büelenhorn (Davos Monstein, GR) tödlich verunglückte.

(5) 10.02.2016: In der ersten Februarhälfte fiel - ausser ganz im Süden - immer wieder Schnee und starker Westwind oder Föhnstürme verfrachteten diesen intensiv. Im Westen wurde der schwache Altschnee zunehmend überdeckt und war kaum noch auslösbar. Hier waren vor allem die Neu- und Tribschneeschichten kritisch. Im Osten hingegen war der Altschnee weniger überdeckt und blieb anhaltend störanfällig. Es ereigneten sich zahlreiche Lawinenunfälle mit Personen, glücklicherweise ohne Todesopfer.

(6) 21.02.2016: Wie schon Anfang Februar führte ein weiterer Wärmeeinbruch mit Regen bis in Lagen von 2400 m zu einer hohen Auslösebereitschaft von Lawinen sowie zu einer grossen Aktivität von nassen und feuchten Lawinen (Abbildung 28). Am 20. und 21. Februar ereigneten sich zahlreiche Lawinenunfälle. Am Allalinhorn (Saas Fee, VS) verstarb am 21. Februar eine Person in einer Lawine.



Abbildung 28: Regenfurchen an der Schneeoberfläche und Ablagerungsarme einer spontanen Nassschneelawine im Schlappintal (Klosters-Serneus, GR) auf rund 1700 m als Folge der hohen Schneefallgrenze in der Nacht auf Sonntag, 21.02. (Foto: SLF/C. Marty, 21.02.2016).

(7) 28.02.2016: Vom 27. bis 29. Februar schneite es im Süden erstmals verbreitet ergiebig, am Oberwalliser Alpenhauptkamm bis zu 120 cm. Während der Wind in den Hauptniederschlagsgebieten im Süden zu schwach war für grosse Schneeverfrachtungen, stürmte im Norden der Föhn und verfrachtete lockeren Altschnee. Frischer Tribschnee war leicht auslösbar und es ereigneten zahlreiche Lawinenauslösungen durch Personen, vor allem am 27. Februar, wo am Blüenberg (Muotathal, SZ) auf nur 1600 m eine Person bei einem Lawinenunfall tödlich verunglückte. Da die Beobachtungsdichte am Alpensüdhang deutlich kleiner ist als in den übrigen Gebieten, dürfte die tatsächliche Lawinenaktivität in dieser Phase höher gewesen sein als der Index anzeigt.

März

(8) 06.03.2016: Vom 4. bis 6. März fiel verbreitet Schnee bis in tiefe Lagen, mit 50 bis 70 cm am meisten am Alpensüdhang, in Mittelbünden und im Oberengadin. Die Schneefälle waren zeitweise sehr intensiv. Im Tessin und in Graubünden lösten sich spontane Lawinen im Altschnee. Besonders im Oberengadin erreichten die Lawinen grosse Ausmasse. Der Lawinenaktivitätsindex erreichte am 6. März den höchsten Wert für trockene Lawinen im Winter 2015/16. Ein tödlicher Unfall mit zwei To-

desopfern ereignete sich am 5. März im Höllgraben (Safiental, GR).

(9) 21.03.2016: Die Erwärmung in der dritten Märzwoche führte allmählich zur ersten Frühlingsituation. Mit der Durchfeuchtung der Schneedecke an steilen Sonnenhängen lösten sich vor allem am Alpennordhang und im Wallis nasse Lawinen im Tagesverlauf. Auch die Aktivität von Gleitschneelawinen nahm zu und war vermehrt einem Tagesverlauf unterworfen. Die Aktivität war jedoch insgesamt verhalten, da einerseits die Temperaturen für den März relativ kühl waren und andererseits, weil sich viele Hänge bereits in der Phase vom 21.02. (6) durch den Regen bis in hohe Lagen entladen hatten.

April

(10) 01.04.2015: Mit steigenden Temperaturen setzte sich die Durchfeuchtung der Schneedecke Anfang April fort, dies an Südhängen bis ins Hochgebirge, an Nordhängen bis in hohe Lagen (vgl. Abbildung 23). Nasse Lawinen lösten sich zunehmend auch an Nordhängen und brachen besonders in Graubünden auch im schwachen Altschnee an. Am 3. April ereignete sich an der Arosar Alp (Arosa, GR) ein tödlicher Lawinenunfall.

In der zweiten Aprilhälfte kehrte der Winter zurück und die Aktivität von nassen Lawinen nahm ab. Neu- und Tribschnee fielen auf eine weitgehend durchfeuchtete Altschneedecke. Die Auslösebereitschaft von trockenen Lawinen war zeitweise wieder erhöht. Im Hochgebirge des Wallis ereigneten sich drei tödliche Lawinenunfälle: am 17.04. an der Galmilicke (Fieschertal), am 19.04. am Le Portalet (Orsières) und am 29.04. am Sattelhorn (Naters). Am 20.04. ereignete sich am Piz Fora (Sils, GR) ein tödlicher Lawinenunfall.

Weil im April die Beobachterdichte gegenüber dem Hochwinter schon stark reduziert ist, dürfte die Lawinenaktivität in dieser Phase höher gewesen sein, als der Index dies repräsentiert.

Mai

Nach den Schneefällen im April herrschten im Mai oft noch gute Tourenverhältnisse. Mehrere Winter einbrüche mit viel Neuschnee führten im Hochgebirge zu anhaltend winterlichen Verhältnissen. Am 5. Mai verunglückte eine Person tödlich am Surenjoch (Flims, GR). Erst mit der Erwärmung gegen Ende Mai wurde der neuere Schnee durchfeuchtet und geschwächt. Nasse Lawinen lösten sich aus dem Neuschnee. Teils wurden sie gross und sties- sen bis ins Grüne vor (Abbildung 29).



Abbildung 29: Spontane Nassschneelawine vom 24.05. am Wilerhorn (3307 m, Niedergesteln, VS), die am 24.05. an einem Nordwesthang auf 2620 m anriss und bis auf 1400 m vorstiess (Foto: B. Rieder, 25.05.2016).

Lawinenbulletins und Gefahrenstufen

Während des hydrologischen Jahres 2015/16 wurden 191 Lawinenbulletins veröffentlicht. Davon erschienen 132 als tägliche Lawinenbulletins vom 24.12.2015 bis zum 03.05.2016. Die übrigen 59 erschienen als situationsbezogene Lawinenbulletins

in den Winterrandmonaten oder im Sommer. Zwischen dem 03.01.2016 und 10.04.2016 sowie am 25.04. und 27.04. wurden an 101 Tagen Lawinenbulletins auch am Morgen publiziert (Tabelle 5).

Tabelle 5: Ausgabedaten der Lawinenbulletins im hydrologischen Jahr 2015/16.

Produkt	Ausgabedatum
Lawinenbulletins Herbst und Winteranfang (36)	Oktober: 14., 16., 27., 30., November: 19. bis 30. (täglich), Dezember: 1. bis 6. (täglich), 8., 9., 11. bis 22. (täglich)
Lawinenbulletins Winter Hauptperiode (132)	vom 24.12.2015 bis 3.5.2016 (täglich)
Morgeneinschätzungen (101)	vom 03.01.2016 bis 10.04.2016 (täglich), 25.04., 27.04.
Lawinenbulletins Frühling und Sommer (23)	Mai: 4., 6., 8., 9. 11. bis 15. (täglich), 17., 18., 20., 22., 23., 25., 27., 28., 30., Juni: 16. und 18., August: 4., September: 16. und 19.

Wie in Abbildung 30 (obere Grafik) illustriert, wurde die Gefahrenstufe 4 (Gross) in der Abendeinschätzung an 13 Tagen prognostiziert, in der Morgeneinschätzung noch zusätzlich zweimal, am 5. und 13. Februar 2016. Die Zeit mit verbreitet und anhaltend erheblicher Lawinengefahr (Stufe 3) lag zwischen Anfang Januar und Anfang März. In den schneereichen Gebieten (z.B. Unterwallis, Alpen-nordhang) führten intensive Schneefälle, Regen und Sturm zu kritischen Lawinensituationen. In den schneearmen Gebieten (z.B. südliches Oberwallis, nördliches Tessin, Graubünden) war es vor allem wegen des schwachen Schneedeckenaufbaus lawinengefährlich. Ab der zweiten Märzwoche nahm die Lawinengefahr überall ab. Mit Nassschneelawinen (Abbildung 30, untere Grafik) wurde es Anfang April zwar nochmal kritisch sowie auch mit Neuschnee ab Mitte April, aber insgesamt war es im Winter 2015/16 weniger gefährlich als der Durchschnitt der letzten zehn Jahre.

Vom 4. bis 5. Januar 2016 erreichte die Lawinengefahr erstmals im Winter 2015/16 die Gefahrenstufe 4 (Gross). Betroffen waren Gebiete im westlichen Unterwallis. Am 8. Januar erreichte die Lawinengefahr in den westlichsten Teilen des Unterwallis erneut die Stufe 4 (Gross). Vom 11. bis 13. Januar wurde am nördlichen Alpenkamm verbreitet und gebietsweise im Wallis die Gefahrenstufe 4 erreicht. Dabei stieg die Gefahr am 13. Januar auch in Nordbünden und in den nördlichsten Gebieten des Unterengadins auf die Stufe 4 (Gross) an. Dies war die längste Lawinensituation mit Stufe 4 (Gross) im Winter 2015/16. Am 15. Januar wurde die Gefahrenstufe 4 (Gross) gebietsweise in Nordbünden und

im Unterengadin prognostiziert, was sich am Morgen des 16. Januar nicht bestätigte, aber an den darauffolgenden Tagen, am 17. und am 18. Januar erreicht wurde.

Auch im Februar und Anfang März wurde die Lawinensituation nochmals kritisch, allerdings deutlich kleinräumiger, als es im Januar zeitweise der Fall war. Am 5. Februar wurde in einzelnen Gebieten Mittelbündens sowie des nördlichen Oberengadins am Morgen die Lawinengefahrenstufe «Gross» (Stufe 4) erreicht. In der Abendeinschätzung vom 4. Februar wurde die Stufe 4 noch nicht prognostiziert. Auch am 12. Februar abends und am 13. Februar morgens wurde im Unterwallis gebietsweise vor grosser Lawinengefahr (Stufe 4) gewarnt. Ende Februar, vom 28. bis 29. Februar stieg die Lawinengefahr dann am Oberwalliser Alpenhauptkamm verbreitet auf die Stufe 4 (Gross) an. Am 5. März erreichte die Lawinengefahr letztmals im Winter 2015/16 die Gefahrenstufe 4 (Gross) und zwar verbreitet am Alpensüdhang und im Oberengadin.

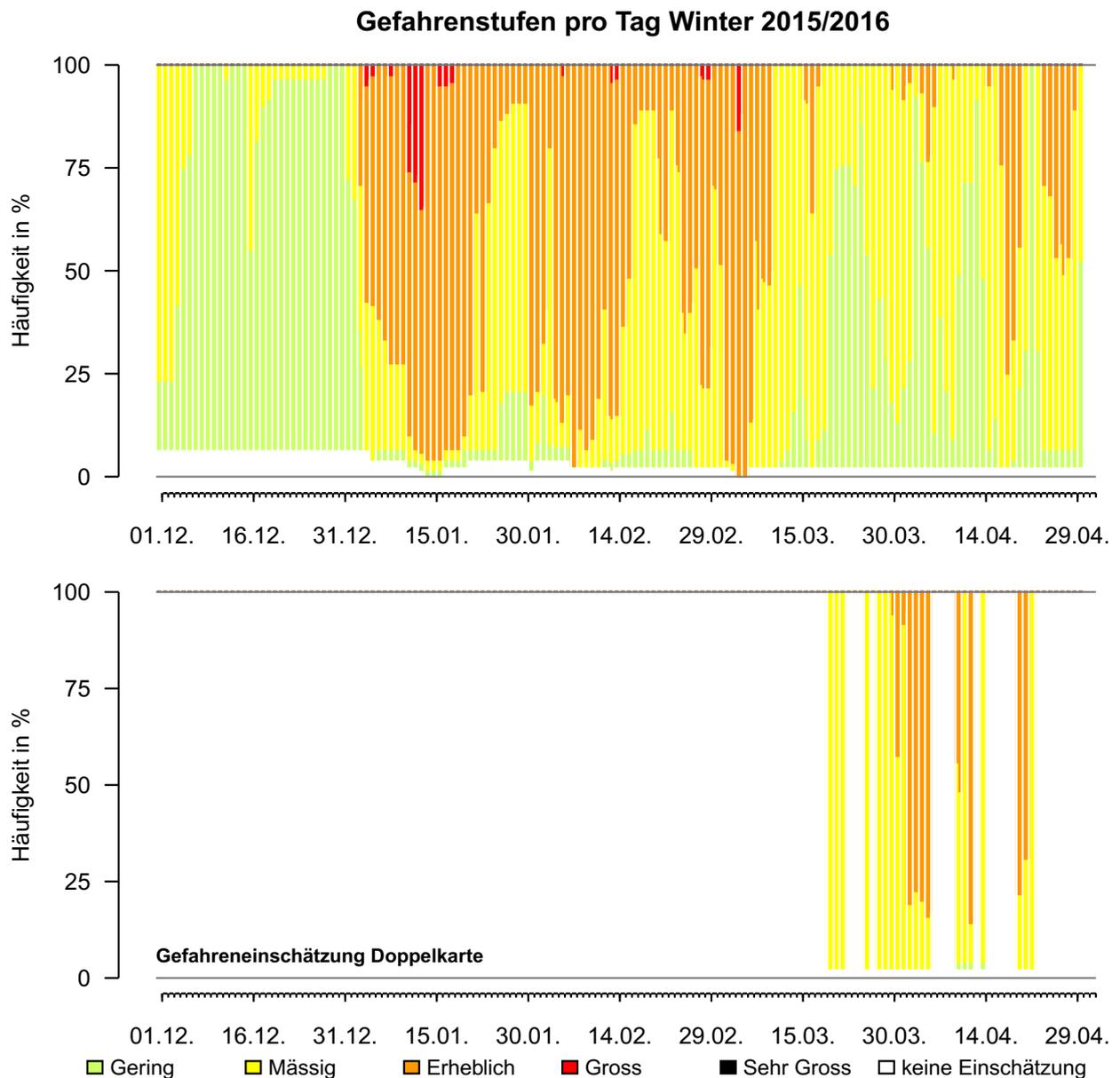


Abbildung 30: Verteilung der Gefahrenstufen pro Tag für den Winter 2015/2016. Die obere Grafik zeigt die Haupteinschätzung. In der unteren Grafik ist die Nassschneelawinengefahr im Tagesverlauf bei Herausgabe von zwei Gefahrenkarten dargestellt. Dargestellt sind alle Einschätzungen (Morgen- und Abendbulletins). Die Balkendicke entspricht der ungefähren Gültigkeitsdauer der Bulletins. 100% der Teilgebiete entspricht der gesamten Fläche der Schweizer Alpen und des Juras (also ohne Mittelland). Wurde nicht für alle Teilgebiete eine Einschätzung gemacht, dann bleiben Teile des Balkens unten weiss. Dies betrifft den Jura und das Sottoceneri.

Im langjährigen Vergleich wurde die Stufe 4 (Gross) weniger häufig (0.9%) verwendet als im Durchschnitt der letzten zehn Winter (1.2%). Auch die Stufen Erheblich (Stufe 3) und Mässig (Stufe 2) wurden weniger häufig prognostiziert als durchschnittlich (Stufe 3: 36%, Stufe 2: 46%). Dagegen wurde die Stufe Gering (Stufe 1) fast doppelt so häufig (30%) prognostiziert als im Durchschnitt der letzten zehn Jahre (17%). Die Gefahrenstufe 5 (Sehr Gross) kam im Winter 2015/16 nie zur Anwendung (Abbildung 31).

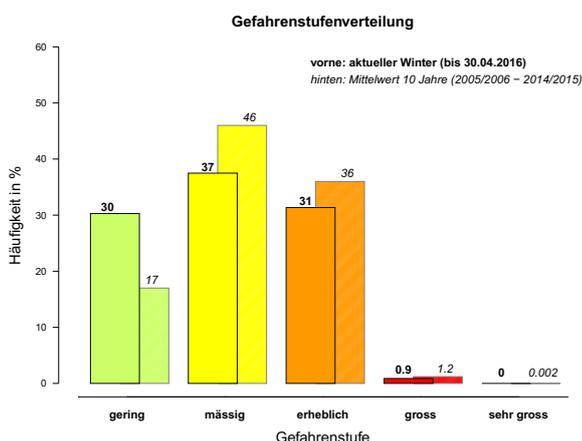


Abbildung 31: Prozentuale Verteilung der Gefahrenstufen für den Winter 2015/2016 und im zehnjährigen Mittel (2005/2006 bis 2014/2015). Es fließen alle Gefahreinschätzungen (gewichtet nach ihrer Gültigkeitsdauer) in die Abfrage ein (Morgen-, Abend-, Sonderbulletins), jeweils im Zeitraum 1. Dezember bis 30. April.

Wie schon der vorangehende Winter begann auch der Winter 2015/16 relativ spät mit den ersten ergiebigen Schneefällen im Januar. Der Schneedeckenaufbau war zunächst verbreitet schwach und durch die intensiven Schneefälle war die Lawinensituation im Januar und Februar oft heikel, mit häufig erheblicher und gebietsweise auch grosser Lawinengefahr. Der schwache Altschnee wurde im Laufe des Januars im Westen, im Laufe des Februars auch im Norden stark überschneit und Lawinen waren dort tiefer in der Schneedecke kaum noch auslösbar. Besonders im südlichen Unterwallis war der Schneedeckenaufbau deutlich besser als in den vorangehenden Wintern. Im Gegensatz dazu konnten sich in den schneeärmeren Gebieten im südlichen Oberwallis, im nördlichen Tessin, in den inneralpinen Gebieten Graubündens, im Engadin und in den Bündner Südtälern aus den tiefen Schichten der Altschneedecke bis zur ersten Märzhälfte teilweise noch Lawinen bilden und die Lawinengefahr war anhaltend erheblich. Nach wiederholten Föhnstürmen und der Anfeuchtung der Schneedecke bis in hohe Lagen war ab Mitte März die Lawinensituation auch in den schneeärmeren Gebieten meist günstig, mit geringer und mässig-

ger Lawinengefahr. Die Hauptgefahr ging verbreitet von neueren, oberflächennahen Schichten aus. Mit einem meist nur leichten Anstieg der Gefahr von Nass- und Gleitschneelawinen im Tagesverlauf herrschten in der zweiten Märzhälfte oft gute Tourenverhältnisse. Mit der Erwärmung in der ersten Aprilwoche lösten sich vermehrt nasse Lawinen in bodennahen Schneeschichten. In der zweiten Hälfte des Aprils stieg die Lawinengefahr mit Neuschnee nochmal markant an.

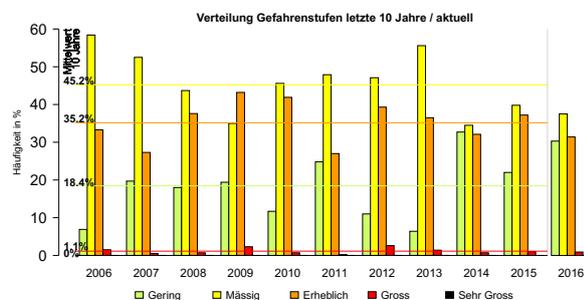


Abbildung 32: Verteilung der Gefahrenstufen während der letzten zehn Winter (2005/2006 bis 2014/2015) mit dem aktuellen Winter 2015/2016. Die gestrichelte Linien und die Werte ganz links sind der Mittelwert der Gefahrenstufenverteilung der Winter 2005/2006 bis 2014/2015.

Wenn man die Verteilung der Gefahrenstufen des Winters 2015/16 (Abbildungen 31 und 32) mit dem Mittelwert der letzten zehn Jahre vergleicht, sieht man einerseits, dass die Gefahrenstufen 2 (Mässig), 3 (Erheblich) und 4 (Gross) weniger häufig verwendet wurden als normal. Dies dürfte hauptsächlich mit dem späten Winterbeginn und der guten Überdeckung des schwachen Altschnees im Laufe des Winters in weiten Gebieten des Unterwallis und des Alpennordhanges zusammenhängen. Andererseits wurde die Gefahrenstufe 1 (Gering) überdurchschnittlich oft verwendet, was vor allem mit den über weite Gebiete verbreitet günstigen Situationen im Frühwinter (Schneemangel im Dezember) sowie von Mitte März bis Mitte April erklärt werden kann.

Lawinenprobleme

Im Winter 2015/16 (1. Dezember 2015 bis 30. April 2016) wurden im Lawinenbulletin die Lawinenprobleme folgendermassen verwendet (Lawinenproblem der Hauptgefahr; Auszählung über alle Warnregionen): Neuschnee 10%, Triebsschnee 46%, Altschnee 27%, Nassschnee 10%, Gleitschnee 2% und Günstige Situation 5%.

Die Verteilung der Lawinenprobleme war im Win-

ter 2015/16 regional unterschiedlich: für die Gefahrenstufe 3 (Erheblich) wurde im Lawinenbulletin am Alpennordhang und im Unterwallis seltener das Altschneeproblem verwendet, dafür war Triebsschnee häufig. Im südlichen Oberwallis, im Gotthardgebiet und in Graubünden war das Altschneeproblem ausgeprägter und wurde dort verbreitet in 30 bis 40%, teils in über 40% der Lawinenbulletins verwendet (vgl. dunkelblaue Flächen in Abbildung 33).

Anteil Bulletin mit Altschneeproblem bei Gefahrenstufe 3
2015/16

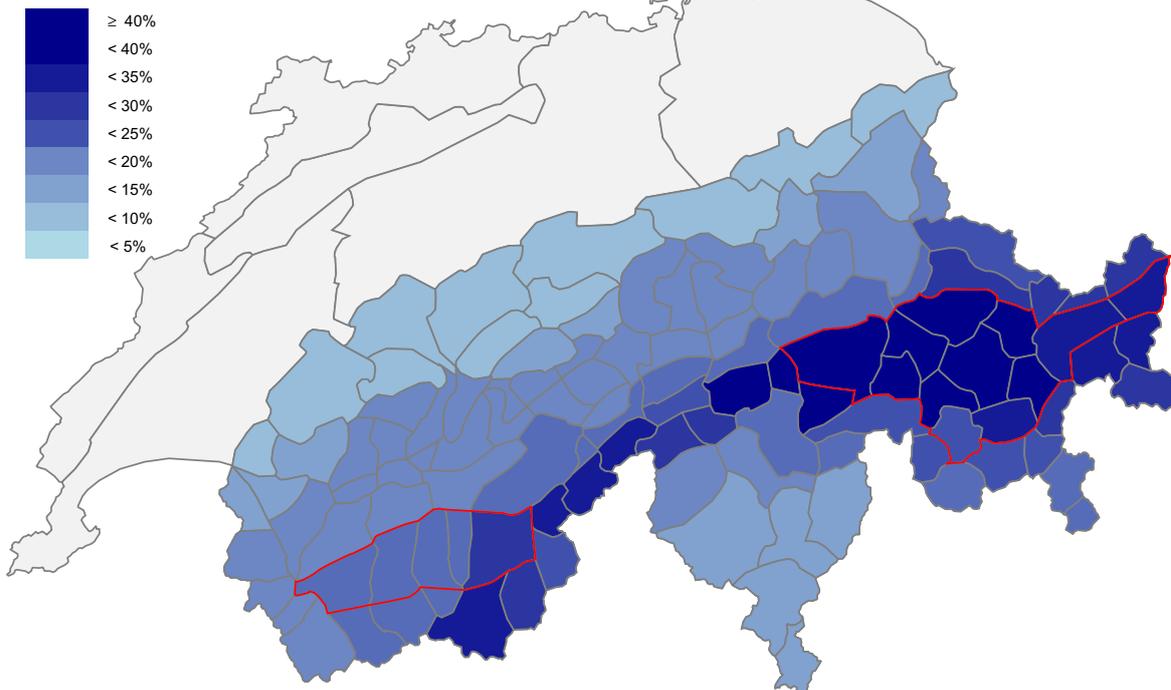


Abbildung 33: Prozentualer Anteil der Lawinenbulletins mit Gefahrenstufe 3 (Erheblich) und Altschneeproblem als Hauptgefahr (allein, oder in Kombination mit anderen Lawinenproblemen). Die inneralpinen Gebiete des Wallis waren im Winter 2015/16 weniger vom Altschneeproblem betroffen (rot umrandet links, meist unter 25%) als die inneralpinen Gebiete Graubündens (rot umrandet rechts, oft 40% und mehr). Zudem war am Alpenhauptkamm vom Oberwallis über das nördliche Tessin bis Mittelbünden das Altschneeproblem häufig vorhanden.

Sommer (Juni bis September 2016)

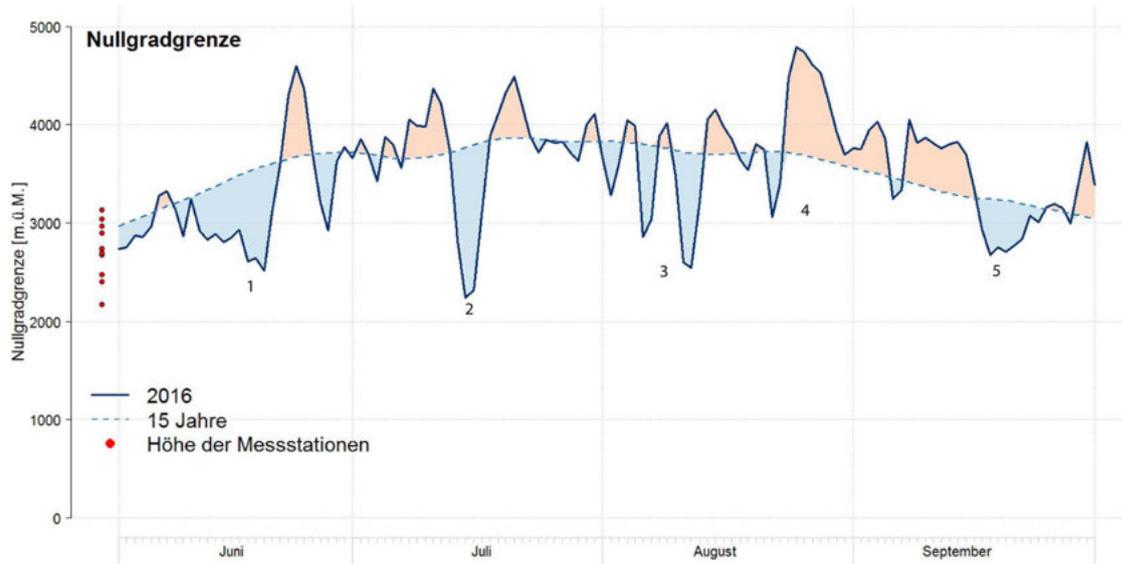


Abbildung 34: Übersicht über den Verlauf der Nullgradgrenze vom 01.06. bis zum 30.09.2016 (blaue Linie). Zum Vergleich ist die Nullgradgrenze während der vorhergehenden 15 Jahre gezeigt (gestrichelte blaue Linie, Median). Blauschattiert sind Phasen mit unterdurchschnittlicher Nullgradgrenze und rot-schattiert sind Phasen mit überdurchschnittlicher Nullgradgrenze. Die Lage der Nullgradgrenze wurde aus den Temperatur-Tagesmittelwerten von 11 automatischen Stationen von SLF und MeteoSchweiz unter Annahme eines Temperaturgradienten von $0.6\text{ }^{\circ}\text{C} / 100\text{ m}$ berechnet. Die roten Punkte markieren die Höhenlage dieser 11 Stationen. In Hitzeperioden wird die Nullgradgrenze aus dem Höhenbereich von 2200 m bis 3200 m (wo die Stationen stehen) bis gegen 5000 m extrapoliert. Die Lage der Nullgradgrenze wird dabei in der Regel etwas überschätzt. Der hohe Wert (4895 m) vom 25.08.2016 wurde jedoch durch die Messung der Radiosonde von MeteoSchweiz über Payerne bestätigt. Die Ziffern unter der Kurve beziehen sich auf die nachfolgend beschriebenen Perioden.

1: Im Juni oft winterlich und zur Monatsmitte Schnee bis auf 1000 m

Der Juni war – wie schon der Mai – oft winterlich mit häufigen Gewittern und auch mit Starkniederschlägen. In hohen Lagen lag im Juni, ausser an Sonnenhängen, zunächst durchgehend Schnee. Vom 15. bis 17. Juni fielen verbreitet 20 bis 50 mm, am östlichen Alpennordhang und in Graubünden bis 80 mm, im Tessin bis 170 mm Niederschlag. Die Schneefallgrenze sank im Verlauf der Niederschläge von 3000 m auf 1000 m. Allerdings fiel nur oberhalb von 3500 m der Gesamtniederschlag in Form von Schnee. Die Gefahr für trockene Lawinen war im Hochgebirge, die Gefahr für nasse Lawinen war in hohen Lagen erhöht. Am 16. und am 19. Juni erschien jeweils ein Lawinenbulletin. In der zweiten Junihälfte wurde es sommerlicher und die Nullgradgrenze stieg über das langjährige Mittel (Abb. 34). Gegen das Monatsende aperten Flachfelder und auch Nordhänge in hohen Lagen aus, was im langjährigen Vergleich einem normalen Verlauf entspricht. Auch im Hochgebirge nahm die Gefahr von trockenen Lawinen Ende Juni ab, es wurden aber einzelne Nassschneelawinen beobachtet.

2: Wintereinbruch Mitte Juli mit Schnee bis in mittlere Lagen, sonst oft hochsommerlicher Juli mit nassen Rutschen vor allem im Hochgebirge, ein tödlicher Lawinenunfall

Mit einem markanten Temperatursturz Mitte Juli fiel kurzzeitig Schnee bis in mittlere Lagen. Vom 13. bis 15. Juli schneite es oberhalb von 2500 m am Alpennordhang und in Graubünden 15 bis 30 cm, im Hochgebirge vom östlichen Berner Oberland bis in die Glarner Alpen bis zu 60 cm. Mit Ostwind und tiefen Temperaturen blieb der Schnee in hohen Lagen einige Tage liegen. Abgesehen von diesem Temperatursturz war der Juli aber sommerlich mit teils kräftigen Gewittern. Die Durchfeuchtung der Schneedecke schritt im Hochgebirge fort und es lösten sich nasse Rutsche und Lawinen (Abbildung 35). Ende Juli lag besonders am nördlichen Alpenkamm und in Graubünden auf den Gletschern eine geschlossene Schneedecke. Die Schneegrenze lag dort bei 3200 m. Dem SLF wurden drei Lawinenunfälle mit erfassten Personen durch nasse Rutsche gemeldet. Am 4. Juli kam am Bietschhorn, VS auf rund 3400 m eine Person bei einem Lawinenunfall ums Leben, als sie von einer nassen

Lockerschneelawine mitgerissen wurde. Am 09. Juli erfasste ein Gleitschneerutsch am Säntis, SG auf rund 2300 m zwei Wandergruppen, wobei mehrere Personen verletzt wurden. Am 10. Juli wurde eine Seilschaft oberhalb der Fuorcla Boval, GR auf rund 3300 m von einem Nassschneerutsch mitgerissen und eine Person wurde verletzt.



Abbildung 35: Dieser grössere Altschneefleck glitt in der Nähe des Albignastaudammes im Bergell, GR auf rund 2000 m auf einer geneigten Felsplatte ab. Die Gefahr von nassen Rutschen ist auch im Sommer nicht zu unterschätzen (Foto: M. Ulmer, 10.07.2016).

3: Zunächst wechselhafter August mit wiederholten Niederschlägen, Schnee fiel meist nur im Hochgebirge

Der August war zunächst kühl und wechselhaft. Zwischen dem 4. und 6. August fielen im Hochgebirge am Alpennordhang und in Graubünden 30 bis 60 cm Schnee. Dieser fiel besonders auf den Gletschern auf eine geschlossene Schneedecke und die Lawinengefahr stieg an. Am 4. August wurde ein Lawinenbulletin herausgegeben. Bis Mitte August blieb es wechselhaft mit Niederschlägen vor allem im Norden und Osten. In diesen Gebieten fielen in den Gipfellagen des Hochgebirges rund 40 cm Schnee. Am 10. August sank die Schneefallgrenze kurzzeitig auf 2000 m, sonst lag sie meist im Hochgebirge. Mit den wiederholten Niederschlägen blieb die Schneedecke besonders auf den Gletschern des Hochgebirges erhalten. Sie setzte und verfestigte sich und die Verhältnisse für Hochtouren

waren meist recht gut. Im Wallis und im Tessin fiel in dieser Periode nur wenig Niederschlag. Dem Lawinenwarndienst wurden keine Lawinen gemeldet.

4: Hitzeperiode zum Start eines warmen Spätsommers

Ab dem 21. August wurde es anhaltend hochsommerlich und auch ausgesprochen heiss. Gemäss Messungen der MeteoSchweiz wurde am 27. August in Basel mit 33.8 °C, und in Genf mit 33.5 °C ein neuer Temperaturrekord für Ende August erreicht (154-jährige Messreihe). Die Nullgradgrenze, die in grossen Höhen mittels Radiosondierung gemessen wird, stieg in ungewöhnliche Höhen und lag am 25. August auf 4895 m (Abbildung 34). Dies ist für Ende August ungewöhnlich, aber kein Rekord. Der Tag mit der höchsten je gemessenen Nullgradgrenze in der Schweiz war am 20. Juli 1995 mit 5127 m (Quelle: MeteoSchweiz). Bis Mitte September herrschte dann weiterhin meist sonniges Spätsommerwetter mit einer Nullgradgrenze zwischen 3000 und 4000 m. Mitte September lag vor allem auf Gletschern oberhalb von 3200 bis 3600 m eine meist dünne Schneedecke.

5: Kaltlufteinbruch Mitte September mit Schnee bis auf 2400 m

Mit tiefdruckbestimmtem Wetter fiel vom 16. bis 19. September Niederschlag, mit Schwerpunkt im südlichen Wallis. Die Schneefallgrenze lag zwischen 2400 und 2800 m. Oberhalb von 3200 m schneite es im südlichen Wallis vom Trientgebiet bis ins Monte Rosa Gebiet 40 bis 60 cm, am nördlichen Alpenkamm 30 bis 50 cm und sonst 10 bis 30 cm. Unterhalb von 2500 m blieb kaum Schnee liegen. Die Lawinengefahr war im Hochgebirge erhöht. Am 16. und 19. September wurde jeweils ein Lawinenbulletin herausgegeben. Dem SLF wurden einzelne grössere Lawinen aus dem Monte Rosa Gebiet gemeldet. Gegen Ende September war es oft sonnig und die Temperaturen stiegen wieder an. Die Nullgradgrenze lag zwischen 3000 und 3500 m. Besonders an Nordhängen und auf Gletschern lag Ende September oberhalb von 3000 bis 3200 m verbreitet noch Schnee.

3 Lawinen mit Personen- und Sachschäden 2015/16

Benjamin Zweifel

Im hydrologischen Jahr 2015/16 wurden 162 Schadenlawinen registriert (Abbildung 36). In 136 Lawinenereignissen wurden 221 Personen erfasst. Insgesamt wurden 26 Lawinen registriert, welche zu Sachschäden, zur Verschüttung geöffneter Verkehrswege oder zu Suchaktionen führten (ab Seite 42).

Mit 21 Todesopfern in 18 Lawinenereignissen forderte der Winter 2015/16 etwas weniger Opfer als der Mittelwert der vergangenen 10 Jahre (Abbildung 37). Alle Personen starben im freien Gelände, auf Tour oder Variantenabfahrt (vgl. Abbildung 36, unten).

Der Winter 2015/16 war in Bezug auf die Anzahl Lawinen und die Anzahl erfasster Personen durchschnittlich bis leicht unterdurchschnittlich, nur die Anzahl der verletzten Personen war mit 64 deutlich

über dem Durchschnitt der letzten 20 Jahre mit 41 Verletzten (Tabelle 17, S. 94).

Nach zwei Jahren mit Unfällen mit vielen Beteiligten gab es in diesem Berichtsjahr wie bereits in den hydrologischen Jahren 2011/12 und 2012/13 keinen Unfall mit mehr als zwei Todesopfern. Obwohl es mit 21 Toten deutlich weniger Todesopfer gab als im Winter 2014/15 (33 Todesopfer) war die Anzahl ernsthafter Unfälle mit Todesfolge, Verletzungsfolge oder einer Ganzverschüttung mit 75 Unfällen ähnlich hoch wie im Vorjahr (72 Unfälle). Dieser Umstand verdeutlicht, dass alleine die Zahl der Todesopfer nur eine sehr beschränkte Aussage zum Unfallgeschehen eines Winter erlaubt.

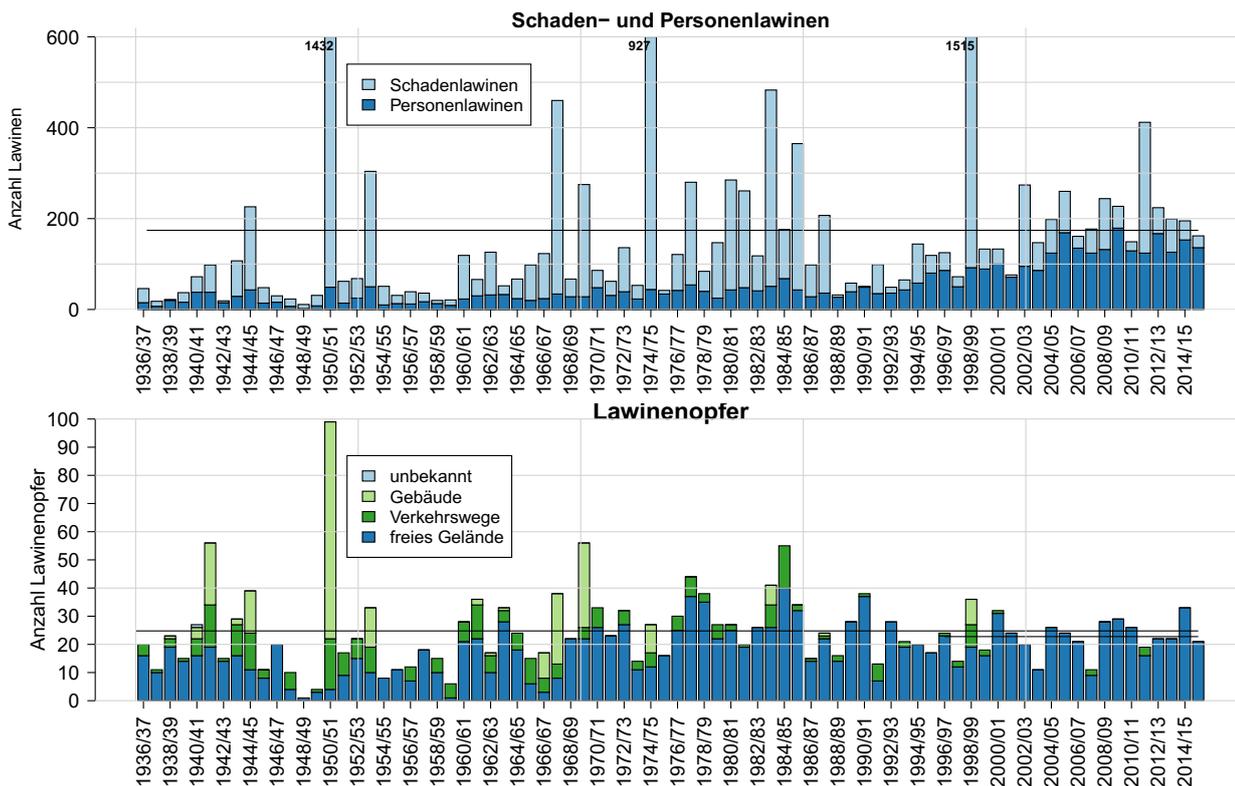


Abbildung 36: Langjähriger Überblick über die Anzahl erfasster Schaden- und Personenlawinen (oben) und Lawinenopfer (unten). Der langjährige Mittelwert (80 Jahre) ist mit der gestrichelten Linie dargestellt (Schadenlawinen: 174, Lawinenopfer: 25). Zudem ist der Mittelwert der letzten zwanzig Jahre für die Lawinenopfer angegeben (23, durchgezogene, schwarze Linie). Für Jahre in denen es mehr als 600 Schadenlawinen gab, ist die Zahl neben dem «Balken» angegeben.

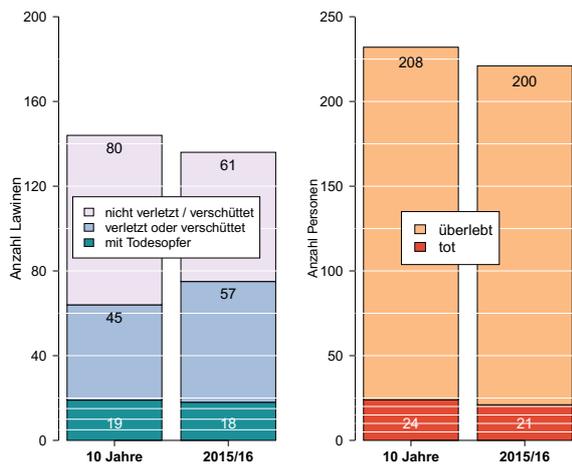


Abbildung 37: Anzahl Personenlawinen (links) und Anzahl der in diesen Lawinen erfassten Personen (rechts) im Vergleich mit den vergangenen zehn Jahren. Die Zahlen geben jeweils die Anzahl pro Kategorie an. Beispiel in der linken Abbildung für 2015/16: 18 Lawinen führten zu Todesopfern, weitere 57 zu verletzten oder verschütteten Personen und bei 61 Lawinen wurden zwar Personen erfasst aber weder verletzt noch verschüttet. Verschüttet bezieht sich dabei auf ganz verschüttet (Kopf ganz im Schnee).

Lawinen mit erfassten Personen

Allgemeines

In 136 Lawinen wurden 221 Personen erfasst (Abbildung 37). Diese Werte liegen weniger als 10% unter dem Schnitt der letzten zehn Jahre. Vier Unfälle mit sieben erfassten Personen ereigneten sich auf Verkehrswegen (alle auf Pisten), wobei 5 Personen verletzt wurden und zwei Personen unverletzt waren. Die übrigen Unfälle ereigneten sich alle im freien Gelände (73% Tour, 27% Varianten; vgl. Tabelle 19, S. 98).

Der Schwerpunkt der gemeldeten Personenlawinen lag wie üblich in den Kantonen Wallis (34%) und Graubünden (32%). Dies sind etwas weniger Unfälle in diesen beiden Kantonen als in den letzten 10 Jahren (VS, GR zusammen Winter 2015/16: 66% vs. 10 Jahre 71%). Dafür ereigneten sich am Alpennordhang (Kantone VD, FR, BE, LU, NW, OW, UR, SZ, GL, SG, AI, AR) im Berichtswinter mehr Unfälle (31%) als in den vergangenen 10 Jahren (26%). Im Tessin wurden 3% der Unfälle registriert, was dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre entsprach (Abbildung 38).

Die zeitlichen Häufungen von Unfällen waren weniger ausgeprägt als in den vergangenen Jahren. Ent-

sprechend der Schneehöhen- und Schneedeckenstabilitätsentwicklung ereigneten sich die Unfälle insgesamt eher später als üblich. Zum Jahreswechsel gab es nur wenige Unfälle und keine Todesopfer, dafür kamen im April noch fünf Personen in Lawinen ums Leben (vgl. Abbildung 39).

Es ereigneten sich mehr Lawinenunfälle in Hängen mit einer Neigung von 31-35 Grad, dafür weniger in Hängen mit einer Neigung von 36-40 Grad im Vergleich zu den letzten 20 Jahren. Im Sektor Nordwest über Nord bis Ost wurden mehr Lawinen registriert und die Lawinen waren häufiger in Lagen über 2600 m als darunter (vgl. Abbildung 40).

Nur lückenhaft bekannt sind die Daten zur Lawinenauslösung und zu den Lawineneigenschaften. Von den Lawinen, für welche diese bekannt waren, wurden die meisten als Schneebrettlawine (96%) klassiert. 95% der Lawinen waren trocken, 5% nass. Fast alle Personenlawinen (96%) wurden durch die Beteiligten selber ausgelöst. Die Schwachschicht war nur für etwas mehr als die Hälfte der Lawinen bekannt. Für diese Lawinen lag sie im Berichtswinter bei 69% im Altschnee (als Vergleich dazu 59% im Winter 2014/15 aber nur 30% im Winter 2011/12, als die Schneedecke in den meisten Gebieten während eines Grossteils des Winters günstig aufgebaut war).

60% der Unfälle ereignete sich bei Gefahrenstufe erheblich (Stufe 3), 34% bei mässiger Lawinengefahr (Stufe 2). 6% der Unfälle ereignete sich bei geringer Lawinengefahr (Stufe 1). Bei grosser Lawinengefahr (Stufe 4) ereigneten sich keine Lawinenunfälle (Tabelle 6).

Tabelle 6: Häufigkeit der im Lawinenbulletin prognostizierten Gefahrenstufen und der Unfälle im freien Gelände im hydrologischen Jahr 2015/16.

Prognostizierte Gefahrenstufe	Häufigkeit Lawinenbulletin	Häufigkeit Unfälle
Gering	30%	6%
Mässig	38%	34%
Erheblich	31%	60%
Gross	1%	0%

Unfälle im Variantenbereich ereigneten sich zu 10% bei Stufe 2 und wie üblich zum grössten Teil bei Gefahrenstufe 3 (90%). Im Tourenbereich ereigneten sich anteilmässig 9% der Unfälle bei Stufe 1, 47% bei Stufe 2 und 44% bei Stufe 3 (Abbildung 41).

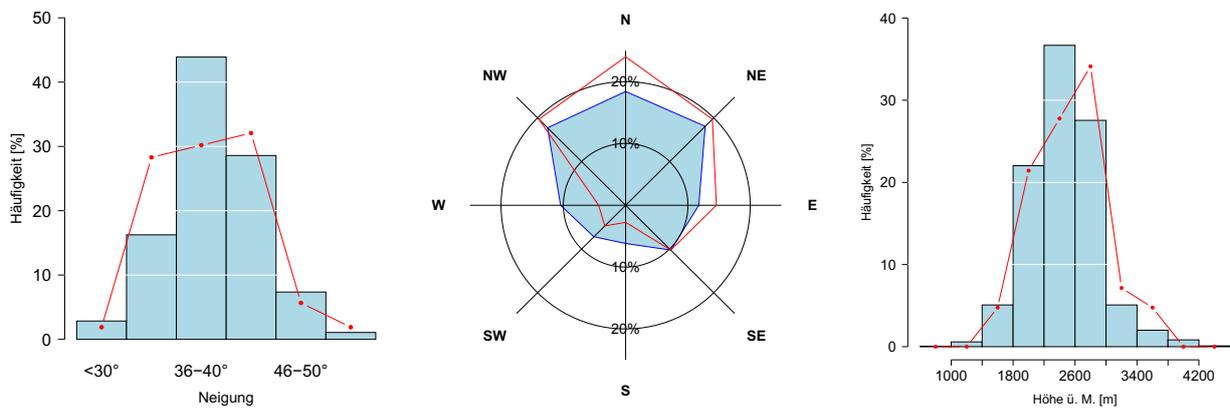


Abbildung 40: Prozentuale Häufigkeit der Hangneigungen (links), der Hangausrichtung (Mitte) sowie der Meereshöhe (rechts) der Anrissgebiete von Lawinen mit Personenbeteiligung im freien Gelände im Berichtsjahr 2015/16 (rote Linien) im Vergleich zum 20-jährigen Mittel (1995/96 bis 2014/15, jeweils hellblau schattiert).

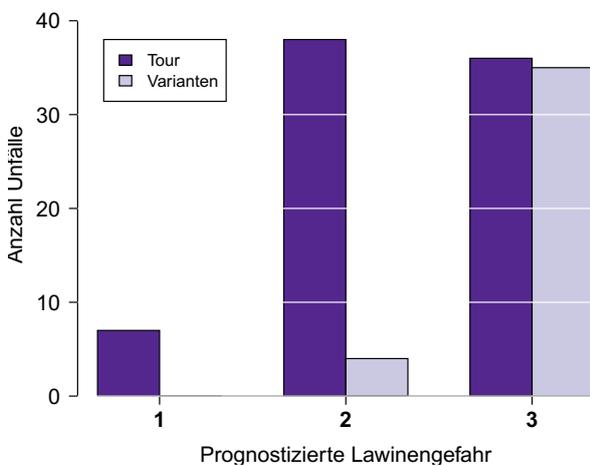


Abbildung 41: Vergleich der prognostizierten Gefahrenstufe im Lawinenbulletin für alle Unfälle im Tourenbereich und im Variantenbereich im Winter 2015/16. Es wurde jeweils die aktuellste Bulletineinschätzung verwendet (meist das Bulletin von 8 Uhr am Morgen).

Lawinenunfälle mit Todesfolge

In 18 Lawinenunfällen starben 21 Personen. Alle Lawinenopfer waren zum Zeitpunkt des Lawinenabgangs im freien Gelände unterwegs, auf Ski- oder auf Bergtour (16) oder auf Variantenabfahrten (5; Abbildung 42). Die tödlichen Lawinenunfälle ereigneten sich in etwas mehr als der Hälfte der Fälle bei erheblicher Lawinengefahr (Stufe 3; Abbildung 43).

Vier Lawinenopfer trugen einen Lawinenairbag, welcher entweder nicht ausgelöst, abgerissen oder aufgeschlitzt wurde. In einem Fall überlebte die Person mit aufgeblasenem Lawinenairbag nicht. Bei zwei tödlichen Unfällen überlebten in der gleichen Lawine jeweils zwei Personen mit aufgeblasenem Lawinenairbag, während eine Person ohne Lawinenairbag starb.

Die meisten Lawinenopfer waren Männer (20) und rund die Hälfte Schweizer Nationalität. 16 der 21

Lawinenopfer waren ganz verschüttet. Als Todesursache wurden in acht Fällen schwere mechanische Verletzungen und in fünf Fällen Ersticken angegeben. In einem Fall wurde Unterkühlung als Todesursache angegeben, in den anderen sieben Fällen waren keine Angaben zur Todesursache bekannt. Eine detaillierte Übersicht über alle Unfälle mit Todesfolge findet sich ab Seite 44 (Tabelle 9).

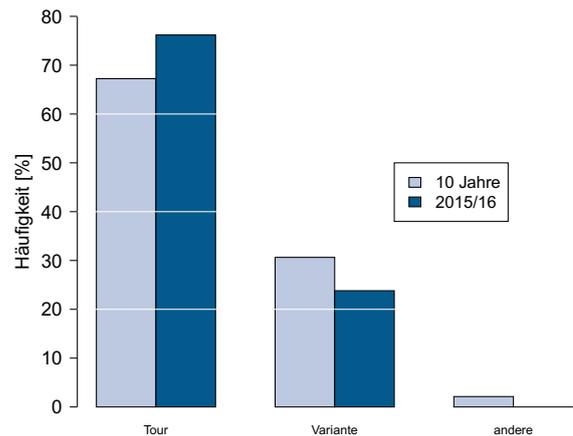


Abbildung 42: Erfassungsorte der Lawinenopfer des Winters 2015/16 und der letzten zehn Jahre. Lawinenopfer in Gebäuden und auf Verkehrswegen sind in der Gruppe *andere* zusammengefasst.

Verschüttungsfolgen

44 Personen wurden ganz verschüttet (Kopf ganz im Schnee). Davon überlebten relativ viele (64%) diese lebensbedrohliche Verschüttung (Durchschnitt der letzten 20 Jahre 57%).

Neun Personen wurden 1 m oder tiefer verschüttet. Fünf von ihnen überlebten den Unfall. 16 Personen waren 30 min oder länger verschüttet. Zwei dieser Personen überlebten den Unfall, eine allerdings mit schweren Hirnschäden. Die Verschüttungstiefen und -dauer der ganz verschütteten Personen finden sich in den Tabellen 7 und 8.

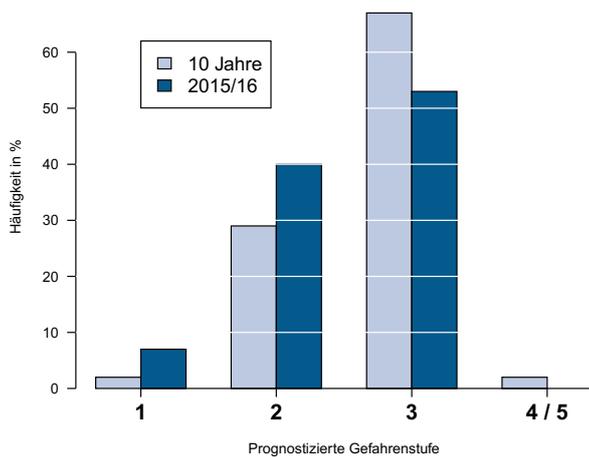


Abbildung 43: Prognostizierte Gefahrenstufe im Lawinenbulletin für alle Unfälle mit Todesfolge im Winter 2015/16 und der vergangenen zehn Jahre. Es wurde jeweils die aktuellste Bulletineinschätzung verwendet (meist das Bulletin von 8 Uhr am Morgen). Bei Gefahrenstufe 5 gab es keine Todesopfer.

Tabelle 7: Verschüttungstiefen

	Verschüttungstiefe Kopf	
	Bereich	Median
überlebt	0.05 – 1.75 m	0.5 m
tot	0.2 – 1.8 m	0.8 m

Tabelle 8: Verschüttungsdauer

	Verschüttungsdauer	
	Bereich	Median
überlebt	1 min – 45 min	10 min
tot	5 min – 44 Tage	40 min

Rettung/Bergung und Auffindemittel

26 der 44 ganz verschütteten Personen wurden durch Kameraden geortet. Zwei Personen konnten sich selber befreien und 14 wurden durch die Rettungsmannschaften geborgen (für zwei Personen keine Informationen). Wurden Personen komplett verschüttet, wurden fast immer auch organisierte Rettungsmannschaften alarmiert.

Mehr als drei Viertel der durch Kameraden lokalisierten Verschütteten überlebten den Unfall und

fünf der 14 durch die Rettungsmannschaften lokalisierten Verschütteten konnten lebend geborgen werden. Wenn bekannt, dann wurden ganz verschüttete Personen am häufigsten mittels LVS (48%) oder durch sichtbare Körperteile (36%) lokalisiert. Zwei ganz verschüttete Personen wurden mit RECCO gefunden und überlebten den Unfall, wobei eine Person schwere Hirnschäden davontrug und die andere Person unverletzt war (Unfälle Nr. 25 und 54, Tabelle 18, S. 95).

Organisierte Rettungsmannschaften rückten zu 88 Rettungs- und Suchaktionen aus. Bei 20 dieser Einsätze handelte es sich um Suchaktionen nach Lawinenabgängen, bei welchen nicht klar war, ob Personen verschüttet waren.

Tabellen mit langjährigen Daten zu Verschüttungsfolgen und Erfassungsorten finden sich im Anhang ab Seite 94.

Lawinen mit Sachschäden

Es ereigneten sich 26 Lawinen, welche zu Sachschäden, Verschüttungen von Verkehrswegen oder zu Suchaktionen führten. Diese Ereignisse verteilten sich über den gesamten Schweizer Alpenraum (Abb. 44).

Folgende Schäden wurden gemeldet¹:

- 20 Verschüttungen von Verkehrswegen
 - bei zehn Ereignissen wurden Strassen verschüttet, sonst Skipisten oder einmal ein geräumter Fussweg
 - zweimal war ein besetztes Fahrzeug betroffen (Unfall Albulapass, S. 67),
- 21 Suchaktionen, davon 14 ohne, dass Personen verschüttet waren
- ein Gebäude (stillgelegtes Skilifhäuschen) wurde zerstört (siehe Lawine Corvatsch, S. 76)
- zwei Wald- oder Flurschäden, wobei die Schäden kleinräumig waren

¹Mehrfachnennung möglich

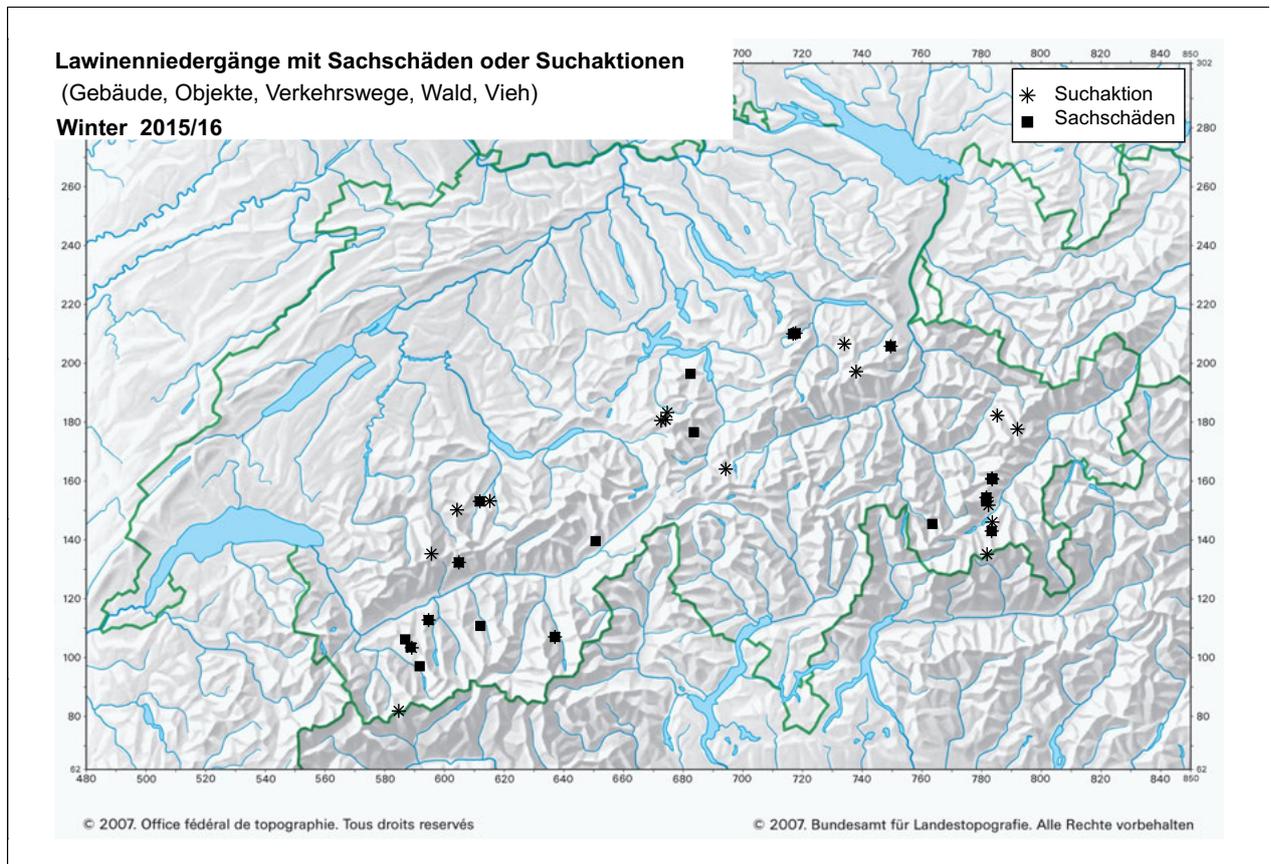


Abbildung 44: Geographische Verteilung der Lawinenniedergänge, die im Winter 2015/16 zu Sachschäden, Verschüttungen von Verkehrswegen oder Suchaktionen (Sicherheitssuchen) geführt haben.

Übersicht über Unfälle mit Todesfolge

Tabelle 9: Überblick über alle Unfälle mit Todesfolge im Winter 2015/16. Abkürzungen: Var - Variantenabfahrt.

Nr.	Lawinenniedergang				Expo	Lawinendetails				Personendetails		
	Datum	Kt.	Gemeinde	Ort		Höhe [m.ü.M.]	Anrissbreite [m]	Anrisshöhe [cm]	Länge [m]	erfasst	tot	Tätigkeit
2	24.10.2015	GR	Poschiavo	Piz Palü	SE	3782	20	20	360	1	1	Tour
<p>Zwei Bergsteiger bestiegen den Piz Palü über den Spinaspfeiler. Beim Abstieg über den Ostgipfel wurde einer erfasst und stürzte über die Südostflanke ab, wobei er sich tödliche Verletzungen zuzog. – Am Unfalltag war kein Lawinenbulletin publiziert. – s. Bericht ab Seite 54</p>												
20	09.01.2016	VS	Ried-Brig	Bodmertälli / Mäderhorn	NW	2540	60	35	150	3	2	Tour
<p>Drei Italiener stiegen vom Skigebiet Rothwald Richtung Mäderhorn auf. Sie folgten dabei einer bereits leicht eingeschnittenen Spur. Kurz unterhalb der Mäderhütte lösten sie eine Lawine aus und wurden alle drei ganz verschüttet. Eine Person war mit dem Kopf nur wenig im Schnee und hatte eine Atemhöhle. Etwa 15 Minuten nach dem Lawinenabgang kam eine nachfolgende fünfköpfige Tourengruppe zum Unfallort und sah einen Ski aus dem Schnee ragen, worauf sie sofort die Rettung alarmierte. Die nur wenig verschüttete Person konnten sie durch Rufen lokalisieren und rasch bergen. Sie war unverletzt. Die beiden anderen Personen konnten sie mit dem LVS orten und aus 1.5 bis 2 m Tiefe bergen. Die inzwischen eingetroffenen Rettungskräfte übernahmen die Reanimation und den Abtransport der beiden Tourenfahrer. Beide Tourenfahrer starben an den Folgen der rund 45-minütigen Verschüttung. Die Lawine riss im schwachen Altschnee an und brach teilweise bis auf den Boden. – Prognostizierte Lawinengefahr: Erheblich, Stufe 3. – s. Abbildung 45 auf Seite 47</p>												
30	16.01.2016	VS	Saxon	Combe de Saxon	N	2230	120	150	300	4	2	Var
<p>Vier erfahrene Freerider befuhren einzeln einen Steilhang im oberen Waldgrenzbereich im Skigebiet 4 Vallées im Bereich Savoleyres. Als der letzte den Hang befuhr, löste er eine Lawine aus, die alle vier Personen erfasste (die drei ersten befanden sich in der Sturzbahn der Lawine). Drei Personen waren mit Airbag ausgerüstet und lösten diesen aus. Ein Airbag wurde abgerissen, die Person ganz verschüttet und getötet. Die beiden anderen Personen mit Airbag wurden teilverschüttet, wobei eine Person verstarb (mechanische Verletzungen) und eine Person unverletzt blieb. Die vierte Person war nicht mit einem Airbag ausgerüstet, wurde nur teilverschüttet und blieb unverletzt. Die Lawine brach im bodennahen Altschnee an. – Prognostizierte Lawinengefahr: Erheblich, Stufe 3. – s. Abbildung 46 auf Seite 47</p>												
38	24.01.2016	BE	Aeschi bei Spiez	Latrejespitz	NW	2400	570	80	1100	3	1	Tour
<p>Drei Tourenfahrer lösten im Aufstieg zum Latrejespitz eine grosse Lawine aus, welche alle drei Personen mitriss. Zwei Personen lösten den Lawinenairbag aus und überlebten den Unfall. Eine dritte Person ohne Lawinenairbag wurde ganz verschüttet und starb. – Prognostizierte Lawinengefahr: Mässig, Stufe 2. – s. Bericht ab Seite 59</p>												
42	30.01.2016	GR	Davos	Büelenhorn	NE	2770	50	50	90	3	1	Tour
<p>Ein erfahrenes Paar beabsichtigte mit den Tourenskiern das Monsteiner Büelenhorn zu besteigen. Vor dem Gipfelhang besprachen sie die Lawinensituation und entschlossen sich, da sie bisher keinerlei Alarmzeichen wahrgenommen hatten, ihren Aufstieg mit Entlastungsabständen fortzusetzen. Hinter ihnen folgte ein einzelner Skitourengehänger in ihren Aufstiegsspuren. Wenig unterhalb des Gipfels löste sich eine rund 50 m breite Schneebrettlawine, welches alle drei Personen erfasste. Während das Paar mit ausgelöstem Lawinenairbag weitestgehend an der Oberfläche der Lawine blieb, wurde der einzelne Tourengehänger ganz verschüttet. Trotz der unverzüglichen Kameradenrettung konnte die Person nur noch tot geborgen werden. Die Lawine brach teils im Triebschnee, teils aber auch im schwachen Altschnee. – Prognostizierte Lawinengefahr: Erheblich, Stufe 3. – s. Abbildung 48 auf Seite 48</p>												
63	21.02.2016	VS	Saas-Almagell	Allalin / Hohlaubgletscher	SE	2900	180	80	350	6	1	Var
<p>Eine sechsköpfige Gruppe von Skifahrern löste auf der Variantenabfahrt vom Skigebiet Saas Fee über den Hohlaubgletscher nach Saas-Almagell an einem Steilhang bei der Gletscherzunge eine Lawine aus. Die Lawine war rund 180 m breit und riss sämtliche Skifahrer mit sich. Vier Personen konnten sich selbst aus den Schneemassen befreien. Ein Variantenskifahrer wurde teilweise und ein weiterer ganz verschüttet. Während ersterer lediglich leicht verletzt wurde, verstarb letzterer noch gleichentags im Inselspital in Bern. Es glitt der Triebschnee auf lockerem Neuschnee ab. – Prognostizierte Lawinengefahr: Mässig, Stufe 2. – s. Abbildung 49 auf Seite 49</p>												
84	27.02.2016	SZ	Muotathal	Blüemberg	N	1680	60	35	400	1	1	Tour
<p>Zwei Kollegen unternahmen gemeinsam ausgehend von der Luftseilbahn Chäppelberg-Spilau eine Skitour auf den Blüemberg (2383 m). In der Abfahrt löste der erste der beiden abfahrenden Skitourenfahrer in einem etwa 30-35 Grad steilen Hang auf 1680 m eine Schneebrettlawine aus. Die Person wurde von der Lawine mitgerissen, stürzte über eine rund 15 m hohe Felswand und rutschte danach noch weitere 150 m einen Schneehang hinunter. Sie erlag noch auf dem Unfallplatz ihren schweren Verletzungen. – Prognostizierte Lawinengefahr: Erheblich, Stufe 3. – s. Abbildung 50 auf Seite 49</p>												
100	05.03.2016	GR	Safiental	Höllgraben	SW	2660	600	80	1700	2	2	Tour
<p>Auf dem Zustieg zu den Eisfällen im hinteren Safiental wurden ein 29-jähriger Slowake und ein 33-jähriger Italiener von einer spontanen Lawine erfasst und beide ganz verschüttet. Am späten Abend desselben Tages ging bei der Einsatzzentrale der Kantonspolizei Zürich eine Vermisstmeldung der Freundin einer der beiden Bergsteiger ein. Eine Ortung des Mobiltelefons führte die Rettungsmannschaften schliesslich ins Safiental. Am Tag darauf konnten die beiden Vermissten mit dem LVS geortet, jedoch nur mehr tot geborgen werden. – Prognostizierte Lawinengefahr: Erheblich, Stufe 3.</p>												

Tabelle 9, fortgesetzt

Lawinnenniedergang					Lawinendetails				Personendetails			
Nr.	Datum	Kt.	Gemeinde	Ort	Expo	Höhe [m.ü.M.]	Anrissbreite [m]	Anrisshöhe [cm]	Länge [m]	erfasst	tot	Tätigkeit
124	26.03.2016	BE	Lenk	Iffigenalp	N	1940	15	15	330	1	1	Tour
Zwei Kollegen stiegen mit Steigeisen und Skiern auf dem Rücken dem Sommerweg folgend in Richtung Blattihütte (2027 m) auf. Beim Queren eines mit Triebsschnee geladenen Hanges löste die erste Person eine kleine Lawine aus, welche sie mehrere hundert Meter durch eine Rinne und über eine Felswand bis zum Hangfuss mitriss. Die umgehend alarmierten Rettungskräfte konnten nur noch den Tod der abgestürzten Person feststellen. – Prognostizierte Lawinengefahr: Gering, Stufe 1. – s. Abbildung 51 auf Seite 50												
130	27.03.2016	VS	Obergoms	Sulzlicke / Lengtal	N	2440	50	20	180	1	1	Tour
Zwei befreundete und sehr erfahrene Skitourengeher beabsichtigten von der Corno-Gries Hütte startend über die Vordri Sulzlicke (2722 m) zum Teltshorn (2744 m) aufzusteigen. Bei der Abfahrt ins Lengtal fuhr die erste Person in einen rund 40 Grad steilen NNW-orientierten Hang ein und löste dabei eine Schneebrettlawine im Triebsschnee aus. Die Person stürzte in der Folge mit den Schneemassen über eine 30-40 m hohe Felswand ab und wurde unterhalb dieser von den Schneemassen etwa 40 cm tief begraben. Die Beine ragten noch aus dem Schnee. Seine Begleiterin konnte aufgrund der Lawinengefahr und des abschüssigen Geländes nicht zu ihrem Kameraden vordringen und alarmierte die Rettung. Diese konnte beim Eintreffen nur noch den Tod des Verunglückten feststellen. – Prognostizierte Lawinengefahr: Mässig, Stufe 2.												
132	28.03.2016	GL	Glarus Süd	Gulderstock	NW	2150	25	15	350	2	1	Tour
Drei Personen stiegen am Vormittag mit Tourenskiern Richtung Gulderstock (2511 m) auf. Beim Queren eines steilen Nordhanges löste die erste Person im Aufstieg eine wenig mächtige Triebsschneebrettlawine aus, welche die Person rund 130 m mitriss und am Fusse des Hanges ganz verschüttete. Einer seiner Kollegen, welcher sich bei der Auslösung einige Meter hinter der ersten Person befand, wurde nur wenige Meter mitgerissen und blieb unversehrt. Die ganz verschüttete Person konnte rasch von den Kameraden geortet und ausgegraben werden, war aber bereits in kritischem Zustand. Sie wurde anschliessend von der Rega ins Universitätsspital Zürich transportiert. Wenige Tage später erlag der Verunglückte den Folgen der Lawinenverschüttung. – Prognostizierte Lawinengefahr: Mässig, Stufe 2. – s. Abbildung 52 auf Seite 50												
135	03.04.2016	GR	Arosa	Aroser Alp / Verborgnen Weng	E	2280	70	60	110	1	1	Var
Eine Person löste auf einer Variantenabfahrt von der Hörnlühütte zur Aroser Alp in einem ENE-orientierten Hang eine nasse Schneebrettlawine aus und wurde ganz verschüttet. Das Geschehen blieb unbemerkt, bis die Ehefrau am Abend eine Vermisstenanzeige aufgab. Es folgte eine Mobiltelefon-Ortung und eine Suche durch den Rettungsdienst, worauf der Vermisste in der darauffolgenden Nacht gegen 3 Uhr von der Pistenrettung der Bergbahnen Arosa gefunden, jedoch nur noch tot geborgen werden konnte. – Prognostizierte Lawinengefahr: Erheblich, Stufe 3. – s. Abbildung 53 auf Seite 51												
143	17.04.2016	VS	Fieschertal	Galmigletscher	NW	3340	300	10-30	ca. 350	6	1	Tour
Sechs Personen einer geführten Tourengruppe beabsichtigten von der Finsteraarhornhütte (3048 m) aus über die Galmilicke (3293 m) nach Reckingen zu gelangen. Starke Bewölkung und dichter Nebel sorgten am Morgen für schlechte Sichtverhältnisse, weshalb der Aufstieg unter Zuhilfenahme von Karte, Kompass und GPS-Gerät erfolgte. Auf dem Galmigletscher, wenig unterhalb der Galmilicke, wurde die Gruppe, welche in zwei Dreierseilschaften aufgeteilt war, von einer Lawine erfasst. Alle Gruppenmitglieder wurden mitgerissen, drei Personen ganz sowie eine Person teilweise verschüttet. Da alle Mitglieder der Tourengruppe noch angeseilt waren, konnten die drei ganz verschütteten Personen in wenigen Minuten lokalisiert und ausgegraben werden. Eine Person konnte trotz der raschen Kameradenrettung und der Reanimationsversuche nicht mehr gerettet werden und verstarb noch auf der Unfallstelle. Die alarmierten Rettungskräfte konnten aufgrund des schlechten Wetters nicht mit dem Helikopter an die Unfallstelle gelangen, weshalb sich eine 14-köpfige Rettungskolonie zu Fuss auf den Weg zur Unfallstelle machte. Diese traf dort gegen 18 Uhr, rund sieben Stunden nach dem Unglück, ein. Nach Eintreffen der Bergretter wurden die fünf überlebenden Gruppenmitglieder zum Studergletscher geführt, wo für zwei Verletzte ein Schneebiwak errichtet wurde, da Neuschnee und schlechte Sicht einen weiteren Aufstieg zur Oberaarjochhütte (3256 m) verhinderten. Zwei Retter verbrachten die Nacht bei den Verletzten, die anderen Retter begleiteten die unverletzten Tourenfahrer der Gruppe zur Oberaarjochhütte. Am folgenden Morgen besserte sich das Wetter und alle Beteiligten konnten ausgeflogen werden. – Prognostizierte Lawinengefahr: Mässig (Stufe 2) mit Anstieg auf Erheblich (Stufe 3). Das zuständige Untersuchungsrichteramt leitete eine Untersuchung des Lawinenunfalles ein und beauftragte das SLF mit einem Gutachten. Zu Redaktionsschluss dieses Berichtes war das Verfahren noch nicht abgeschlossen. – s. Abbildung 54 auf Seite 51												
145	19.04.2016	VS	Orsières	Le Portalet	NE	3100	20	20-50	1500	2	1	Var
Bei Filmaufnahmen wurde eine 21-jährige Profi-Snowboarderin erfasst und durch ein Couloir mitgerissen. Sie starb an den Folgen des Absturzes. Ein Kameramann wurde am Rand der Lawine ebenfalls erfasst, blieb aber unverletzt. – Prognostizierte Lawinengefahr: Erheblich, Stufe 3. – s. Bericht ab Seite 63												
147	20.04.2016	GR	Sils im Engadin	Piz Fora	NE	2810			ca. 100	1	1	Tour
Ein italienischer Einzelgänger stieg am 20. April von Italien auf den Piz Fora und fuhr dann auf die Schweizer Seite ab. Als er nicht nach Hause kam, wurde eine Suchaktion eingeleitet, welche aber ohne Erfolg blieb. Erst am 3. Juli wurde die Leiche des Skitourengehers gefunden. – Prognostizierte Lawinengefahr: Erheblich, Stufe 3.												
149	29.04.2016	VS	Naters	Sattelhorn	SW	3680	160	ca. 30	490	2	1	Tour
Zwei Kollegen machten eine Skitour auf das Sattelhorn. Sie stiegen von der Oberaletschhütte Richtung Sattellicka und von dort durch das Südwest-exponierte Couloir Richtung Sattelhorn. Im Couloir stiegen sie zu Fuss auf, dann zogen sie die Skier wieder an. Auf einer Höhe von rund 3630 m zogen sie die Skier erneut aus und stiegen mit Steigeisen weiter. Kurz darauf löste sich eine Lawine und riss beide Alpinisten mit. Eine Person wurde teilverschüttet und konnte sich unverletzt selber befreien. Die zweite Person wurde ganz verschüttet und erlag den während des Absturzes erlittenen mechanischen Verletzungen, die sie sich beim Absturz zuzog. Die verstorbene Person hatte den Lawinen-Airbag ausgelöst, welcher jedoch beim Absturz aufgeschlitzt wurde. – Prognostizierte Lawinengefahr: Mässig, Stufe 2. – s. Abbildung 55 auf Seite 52												

Tabelle 9, fortgesetzt

Nr.	Datum	Lawinenniedergang			Lawinendetails				Personendetails			
		Kt.	Gemeinde	Ort	Expo	Höhe [m.ü.M.]	Anriss- breite [m]	Anriss- höhe [cm]	Länge [m]	er- fasst	tot	Tätig- keit
152	05.05.2016	GR	Flims	Surenjoch / Piz Sardona	ESE	2900	140	40	160	1	1	Tour

Vier Mitglieder einer Familie unternahmen eine Skitour auf den Piz Sardona (3056 m). Im Bereich des Sardonapasses wollten sie die Lawinverhältnisse und die möglichen Aufstiegsvarianten zusammen diskutieren. Eine Person war zu dem Zeitpunkt aber der Gruppe bereits weit voraus und als die Gruppe über eine Krette zum Segnasgletscher kam und die vorderste Person wieder sah, war diese bereits mitten im Steilhang zum Surenjoch. Kurz darauf löste sich eine Lawine, welche den vorausgehenden Skitourengeher erfasste. Erst blieb er obenauf, aber wenig danach löste sich eine zweite Lawine, welche ihn ganz verschüttete.

Die anderen Mitglieder der Familie alarmierten umgehend die Rega und begannen mit der LVS-Suche. Als die Rega eintraf, hatten sie den Verschütteten noch nicht geortet. Die 40 cm tief verschüttete Person wurde mit LVS aus dem Helikopter geortet und 45 Minuten nach dem Lawinenabgang geborgen. Es konnte nur noch der Tod des jungen Mannes festgestellt werden. – Prognostizierte Lawinengefahr: Mässig, Stufe 2.

– s. Abbildung 56 auf Seite 52

160	04.07.2016	VS	Balt- schießer	Bietschhorn	E	3340			250	2	1	Tour
-----	------------	----	-------------------	-------------	---	------	--	--	-----	---	---	------

Zwei französische Alpinisten befanden sich auf dem Abstieg vom Bietschhorn über den Nordgrat. Sie bemerkten, dass der Schnee sehr weich war und beschlossen einen Teil der Strecke kontrolliert und abwechslungsweise hinunter zu rutschen. Dabei löste sich der nasse Schnee und riss die beiden angeseilten Alpinisten über Felsen mit. Der eine der beiden, ein 66-jähriger Bergsteiger, verstarb noch auf der Unfallstelle. Sein 18-jähriger Begleiter löste den Alarm aus. Er wurde mit einem Helikopter der Air Zermatt ins Spital von Visp geflogen. Er erlitt beim Absturz Prellungen und Schürfwunden. – Für den Unfalltag war kein Lawinenbulletin publiziert.

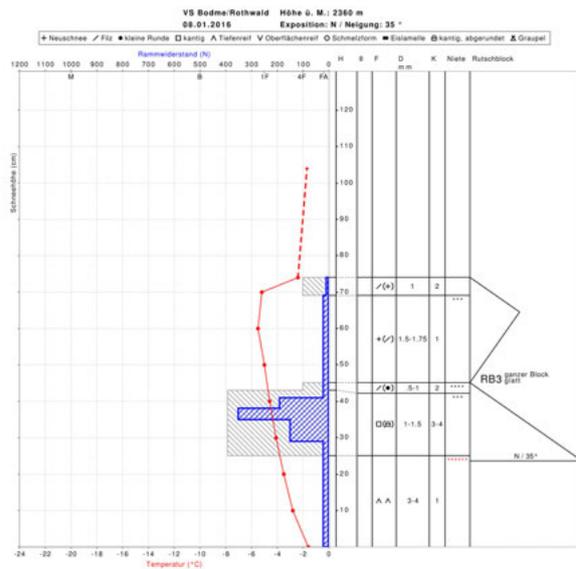
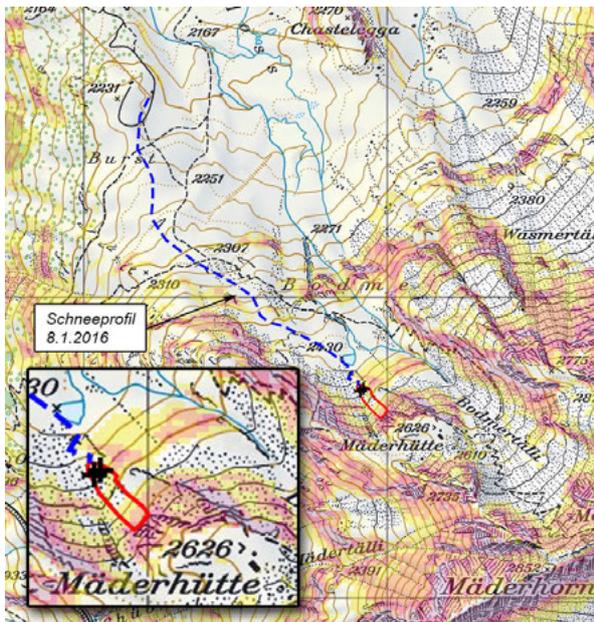


Abbildung 45: Lawinenunfall unterhalb der Mäderhütte (09.01.2016): Übersicht mit der Aufstiegsspur der Unfallgruppe ab dem Skigebiet Rothwald und dem Umriss der Lawine (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000). Die im SAC Führer beschriebene Route auf das Mäderhorn verläuft etwas mehr nordöstlich durch das Bodmertälli. Am Tag vor dem Unfall nahm der SLF-Beobachter ein Schneeprofil in der Nähe der Unfallortes auf. Der Schneedeckenaufbau im Anrissgebiet der Lawine dürfte ähnlich gewesen sein. Die Lawine riss im mittleren Teil bis in die bodennahe Schwachschicht.

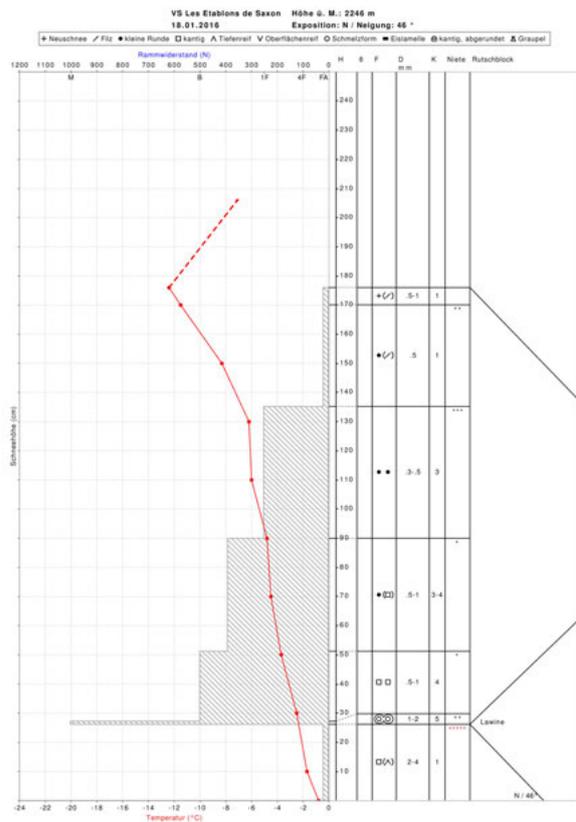


Abbildung 46: Blick vom Fundort des unteren Lawinenopfers mit abgerissemem Lawinenairbag auf den sehr steilen Nordhang mit der Unfalllawine vom 16. Januar in der Combe du Saxon. Eingezeichnet ist der Bereich der Einfahrtsspur, der Fundort des abgerissenen Lawinenairbags (blauer Kreis) sowie der Fundort des zweiten Lawinenopfers (rotes Kreuz). Das Schneeprofil wurde am 18. Januar zwei Tage nach dem Unfall am Anriss aufgenommen: Es zeigt deutlich den schwachen Altschnee an der Basis der Schneedecke (Foto: Kantonspolizei VS).



Abbildung 47: Lawine vom 30. Januar im Gipfelhang des Monsteiner Büelenhorns mit der Aufstiegsspur der drei Tourengerer und dem Fundort des Opfers(+) (Foto: Kantonspolizei GR).



Abbildung 48: Anrissbereich derselben Lawine mit gut sichtbaren Schollen des Tribschnees. Es ist aber auch zu sehen, dass die Lawine teils bis in bodennahe Schichten riss (Foto: Kantonspolizei GR).



Abbildung 49: Lawine am Hohlaubgletscher (20.02.2016) mit den Standorten der sechs Variantenfahrer nach dem Lawinenabgang (schwarzes Kreuz und schwarze Kreise). Die Person zuvorderst auf dem Lawinenkegel war nur leicht verletzt und hatte Glück, dass sie nicht über das Felsband mitgerissen wurde. Das Todesopfer (+) war 180 cm tief verschüttet und trug kein LVS auf sich; es konnte erst nach ca. 90 Minuten von einem Lawinenhund geortet werden. Die anderen vier Personen blieben unverletzt (Foto: SLF/H.-U. Rhyner).

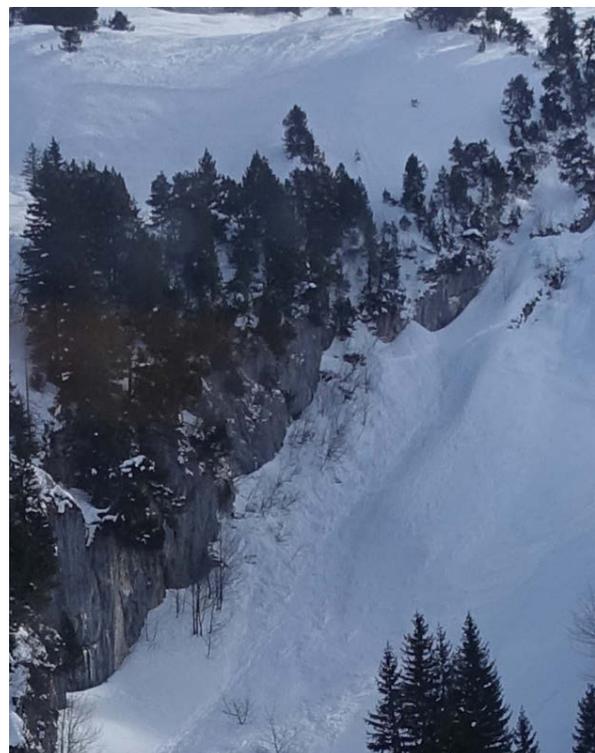


Abbildung 50: Lawine vom 27. Februar am Blüemberg in der Übersicht (links) und Anrissbereich im Detail (rechts). Es war der frische Triebsschnee, der als Lawine abglitt. Die Schwachschicht war nicht bekannt. Die erfasste Person wurde über den Felsabsatz mitgerissen und erlitt dabei tödliche Verletzungen (Foto: Kantonspolizei SZ).

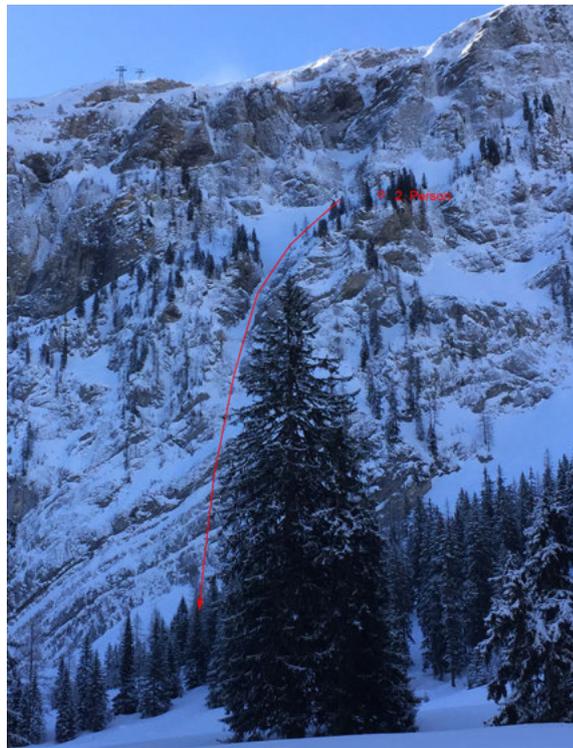
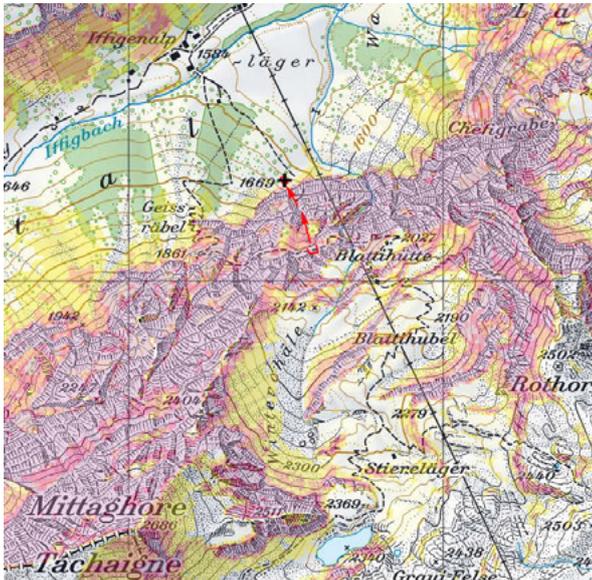


Abbildung 51: Lawinenunfall Iffigenalp (26.03.2016): Übersicht mit der Unfalllawine unterhalb der Blattihütte (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000). Die beiden Tourenfahrer stiegen entlang des Sommerweges auf. Die erfasste Person stürzte über felsiges Gelände ab und wurde dabei tödlich verletzt. Die zweite, nicht erfasste Person konnte die Rettung alarmieren (Foto: F. Baumgartner).

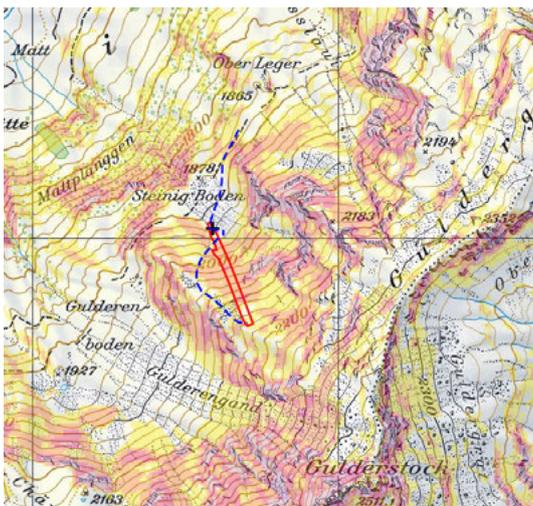


Abbildung 52: Lawinenunfall am Gulderstock (28.03.2016) in der Übersicht mit der Aufstiegsspur und dem Fundort des Opfers (+) sowie dem Umriss der Lawine (links: swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000; rechts: Foto Kantonspolizei GL).



Abbildung 53: Nassschneelawine in der Verborgnen Weng oberhalb der Arosser Alp (03.04.2016). Sichtbar ist die Einfahrtsspur sowie der Fundort (+) des Opfers. Im Hintergrund sind weitere Nassschneelawinen sichtbar, die spontan abgingen (Foto: M. Gisler).

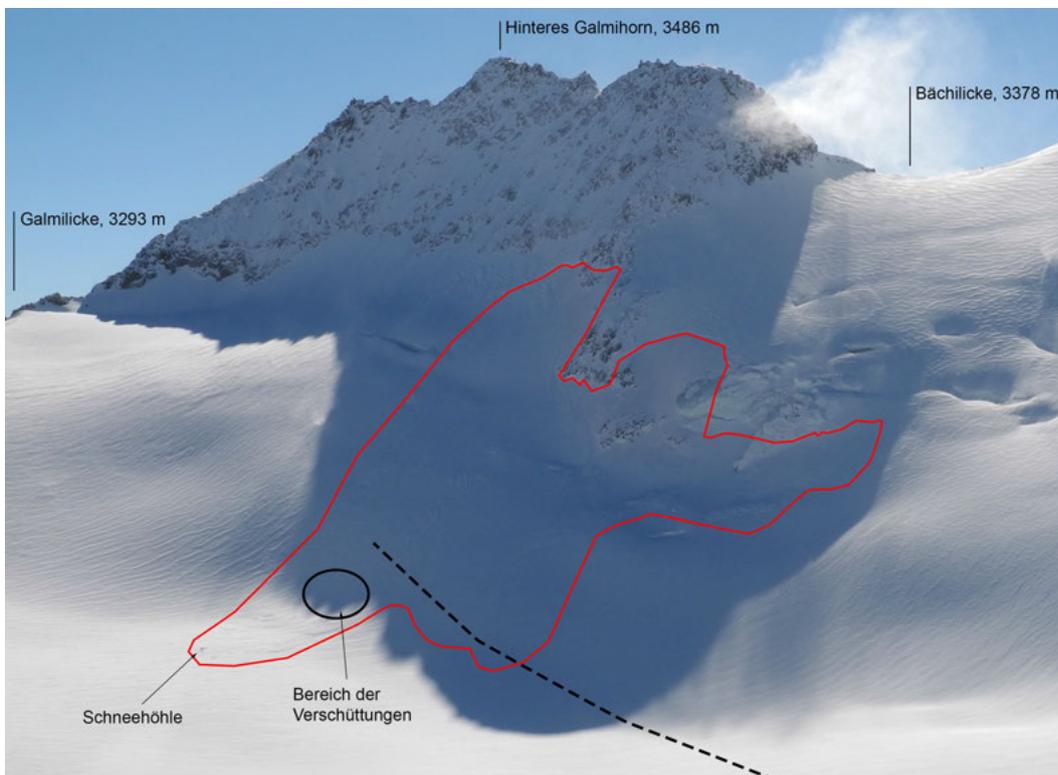


Abbildung 54: Lawine unter dem Galmihorn (17.04.2016), welche die sechsköpfige Tourenggruppe im Aufstieg zur Galmilicke erfasste. Der Verlauf der Aufstiegsroute (schwarz gestrichelt) konnte nur noch ungefähr rekonstruiert werden, da die Spuren nicht mehr sichtbar waren. Bei der Lawine glitt frischer Triebsschnee ab. Die betroffene Gruppe suchte nach dem Lawinenabgang Schutz in einer Schneehöhle (Foto: SLF/St. Harvey).



Abbildung 55: Anrissbereich (links) und Ablagerung (rechts) der Lawine am Sattelhorn. Der Unfall ereignete sich am 29. April um 12.20 Uhr und die tageszeitliche Erwärmung dürfte die Schneedecke in diesem Südwesthang geschwächt haben (Foto: Kantonspolizei VS).



Abbildung 56: Lawinenunfall Surenjoch, 5. Mai: Das Opfer ging der Gruppe voraus und wurde im Aufstieg zum Surenjoch von der Lawine erfasst und ganz verschüttet. Die anderen drei Gruppenmitglieder wurden nicht erfasst und konnten die Rettung alarmieren. Der Verschüttete wurde mit dem LVS aus dem Helikopter geortet (Foto: SLF/Kantonspolizei SG).

Auswahl von Unfällen mit erfassten Personen

Nachfolgend werden ausgewählte Unfälle, welche speziell lehr- und aufschlussreich sind, beschrieben. Darin werden der Unfallhergang sowie die Wetter- und Lawinensituation erläutert. Eine Tabelle mit Angaben zur Lawine, sowie – wo vorhanden – ein Kartenausschnitt und Fotos ergänzen die Beschreibung. Bei einigen Unfällen wurde die Schneedeckensituation mit einem Schneeprofil aus dem Bereich des Lawinenanrisses veranschaulicht. Es wurde versucht, die Unfälle mit der Vorgeschichte, den Begleitumständen und der Rettungsaktion möglichst korrekt und objektiv zu beschreiben.

Aus Unfällen und Erfahrungen anderer können immer Lehren gezogen werden. Dies ist der eigentliche Sinn der umfangreichen Arbeiten, welche für die Herausgabe des vorliegenden Berichtes erforderlich sind. Es wurde versucht, die Bemerkungen zu den Unfallbeispielen zurückhaltend und ohne Schuldzuweisungen zu formulieren. Allen ins Unfallgeschehen verwickelten Personen muss mit Respekt begegnet werden, und Bemerkungen dürfen nicht zu vorschnellen Verurteilungen der betroffenen Personen führen. Die Ursachen und Hintergründe, welche zu einem Lawinenunfall geführt haben, sind oft komplex und vielfältig. Die Beschreibungen der Unfallbeispiele können nur Teilaspekte beleuchten und sind darum immer unvollständig. Eine Beurteilung im Nachhinein, im Wissen um die Unfallumstände, ist immer etwas anderes als eine Beurteilung vor Ort, mit fehlenden, oft auch widersprüchlichen Informationen und möglicherweise

unter Zeit- und/oder Gruppendruck. Nie vergessen werden darf die menschliche Tragik und das oft grosse Leid, welches durch Lawinenunfälle verursacht werden kann.

Für eine Gesamtübersicht über alle Unfälle mit Todesfolge sei auf Tabelle 9 (ab Seite 44) verwiesen.

Kartenausschnitte

Die Kartenausschnitte sind reproduziert mit *Be-willigung von swisstopo (JA100118/JD100040)*. Es handelt sich dabei um digitale Pixelkarten ohne Reliefschummerung. Stattdessen werden Hangneigungsinformationen in vier Klassen (<30 Grad, 30-35 Grad, 35-40 Grad, 40-45 Grad und >45 Grad) hinterlegt. Diese wurden aus einem kombinierten digitalen Höhenmodell bestehend aus swissALTI-3D für die Schweiz und Liechtenstein, RGE ALTI für Frankreich, TINITALY/01 für Italien, DGM10 für Österreich und DGM1 für Bayern und Baden-Württemberg und mit einer Auflösung von 10 m abgeleitet. Im Übergangsbereich zwischen den zwei Basismodellen kann die Genauigkeit der Hangneigungswerte nicht garantiert werden. Folgende Legende gilt für alle Kartenausschnitte:

	30-35 Grad
	35-40 Grad
	40-45 Grad
	über 45 Grad

Piz Palü (Poschiavo/GR), 24. Oktober 2015 – Lawinenauslösung im Hochgebirge mit Absturz und Todesfolge.

Zwei Bergsteiger bestiegen den Piz Palü über den Spinaspfeiler (westlicher Nordwandpfeiler). Beim Abstieg über den Ostgipfel wurde einer erfasst und stürzte über die Südostflanke ab, wobei er sich tödliche Verletzungen zuzog.

Unfallhergang und Rettungsaktion

Zwei gut ausgebildete, erfahrene Bergsteiger aus Deutschland bestiegen den Westpfeiler des Piz Palü. Sie starteten um 4 Uhr morgens bei der Bergstation Diavolezza und erreichten am Nachmittag den Gipfel. Anschliessend überschritten sie den Hauptgipfel und gelangten zum Ostgipfel des Piz Palü. Dort seilten sie sich los und nahmen den Abstieg in Angriff. Kurz vor der Geländeterrasse, wo im Winter üblicherweise das Skidepot ist, querten die beiden Alpinisten einige Meter in die Südostflanke und anschliessend wieder zurück auf die Geländekante. Bei dieser Querung löste der zweite Bergsteiger eine kleine Schneebrettlawine aus, die ihn erfasste und über die Südostflanke bis auf den Vadret da Palu mitriss (vgl. Abbildung 58).

Da das einzige Mobiltelefon, das die beiden Bergsteiger mitführten, beim Abgestürzten im Rucksack lag, musste der unversehrt Alpinist alleine zur Bergstation Diavolezza absteigen, wo er um 19.40 Uhr die Rettung alarmieren konnte. Der Un-

fall hatte sich um ca. 16.30 Uhr ereignet. Die Retter fanden den abgestürzten Bergsteiger, der nicht verschüttet war und konnten nur noch seinen Tod feststellen. Der 41-jährige, erfahrene Alpinist erlag seinen schweren Verletzungen.

Wetter- und Lawinensituation

Nach dem heissen und trockenen Sommer 2015 lag in Bergen kaum mehr Schnee und auch die Gletscher waren bis in grosse Höhen aper. Im September und Oktober schneite es dann aber wiederholt bis in mittlere Lagen und so bildete sich im Hochgebirge eine zwar dünne, aber durchgehende Schneedecke. Für diesen Unfall massgeblich dürften einerseits die Schneefälle vom 13. bis 16. Oktober gewesen sein, wo im Berninagebiet 30 bis 50 cm Schnee fielen. Andererseits wehte am 22. und 23. Oktober ein kräftiger Nordwind, welcher vermutlich den noch lockeren Schnee verfrachtete. Am 16. Oktober wurde ein Lawinenbulletin publiziert, in dem auf die erhöhte Lawinengefahr im Hochgebirge hingewiesen wurde. Anschliessend war es trocken und die Nullgradgrenze stieg bis am 24. Oktober bis auf 4000 m. Am Unfalltag herrschte sonniges Herbstwetter.



Abbildung 57: Anriss der Unfalllawine am Ostgrat des Piz Palü mit der Abstiegsspur der Alpinisten. Die vorausgehende Person war bereits auf der rechten Seite des Grates, als die Lawine abging (Foto: Kantonspolizei GR, 25.10.2015).

Bemerkungen**Lawinenunfälle und Lawinenbulletin im Monat**

Oktober: In den letzten 20 Jahren ereigneten sich im Monat Oktober drei tödliche Lawinenunfälle: am 26. Oktober 1997 am Doldenhorn in Kandersteg, am 4. Oktober 1998 am Morgenhorn im Kandertal und am 27. Oktober 2013 am Piz Bernina im Engadin. Alle Unfälle ereigneten sich im Hochgebirge, d.h. oberhalb von 3000 m. Für keinen der drei Fälle war ein aktuelles Lawinenbulletin publiziert. Dies macht deutlich, dass der Bergsteiger in den Winterrandmonaten und im Sommer, wo die Lawinenbulletins nur sporadisch erscheinen, mehrheitlich auf seine eigene Einschätzung der Lawinengefahr angewiesen ist. Das Lawinenbulletin deckt nur Pe-

rioden mit markanten Schneefällen und Anstiegen der Gefahr ab. Besonders aber in den Winterrandmonaten wie im Oktober und November, aber auch im Frühsommer herrschen im Hochgebirge zeitweise winterliche Bedingungen. Deshalb ist Erfahrung für eine eigenständige Beurteilung der Lawinengefahr in diesen Perioden besonders wichtig.

Routenwahl: Die übliche Route auf den Ostgipfel des Piz Palü verläuft entlang des Ostgrates oder wenige Meter in der Nordostflanke. Es war nicht klar, wieso die Berggänger in die Südostflanke auswichen, die um einiges exponierter ist als die normale Route.

Angaben zur Lawine			
Zeitpunkt	16.30 Uhr	Lawinenart	Schneebrettlawine, trocken
Länge (m)	360	Auslöseart	Person
Breite (m)	20	Höhe (m ü.M.)	3782
Anrisshöhe Mittel (cm)	20	Exposition, Hangneigung	SE, 40-45 Grad
Angaben zu erfassten Personen			
	Schaden	Verschüttungsart	Verschüttungsdauer
1. Person	tot	nicht verschüttet	–

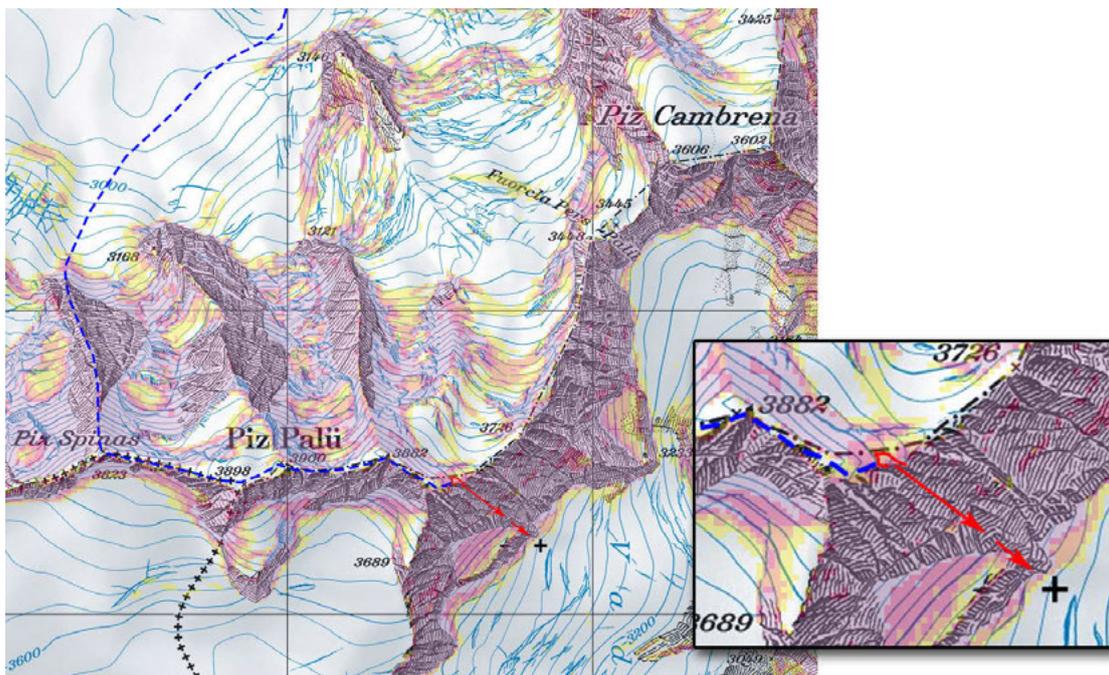


Abbildung 58: Kartenausschnitt des Unfallgebietes (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000) mit der ungefähren Aufstiegsroute (blaue gestrichelte Linie), der Lawine (rot) und dem Fundort des Opfers (+).

Pointe de Savoires (Bex / VD), 22. Januar 2016 – Lawine mit Schwerverletztem

Ein Skitourenfahrer wurde im steilen Couloir an der Pointe de Savoires von einer Lawine erfasst und dabei schwer verletzt.

Unfallhergang

Die beiden einheimischen Skitourenfahrer beabsichtigten das steile, nordwestexponierte Couloir der Pointe de Savoires zu befahren. Vom Gipfelbereich querten sie die Nordflanke von Ost nach West, um an den Einstiegspunkt des Couloirs zu gelangen. Der erste Skifahrer machte einige Schwünge und hielt dann auf der orographisch linken Kuppe am Rande des Couloirs an. Als der zweite Skifahrer in das Couloir einfuhr, löste er nach wenigen Schwüngen eine Schneebrettlawine aus, die ihn sofort über das steile Gelände mitriss. Sein Kollege wurde ebenfalls von der Lawine erfasst, konnte aber nach wenigen Metern wieder stoppen, so dass er nicht weiter abstürzte.

Der Erfasste dagegen kam erst nach über 400 Höhenmetern zu stehen. Durch Felsblöcke und einzelne Bäume in der Sturzbahn wurde er schwer verletzt. Ein Bein wurde ihm unterhalb des Knies abgerissen und am anderen Bein erlitt er mehrfache Brüche. Der 43-Jährige war nicht verschüttet und wurde von der Rega, die sein Gefährte alarmiert hatte, geborgen und ins Universitätsspital Lausanne geflogen.

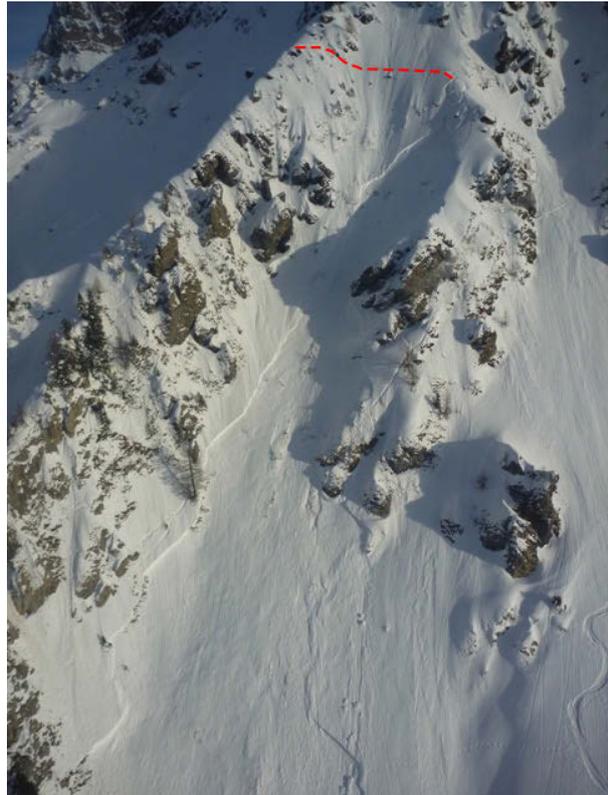


Abbildung 60: Anrissbereich der Lawine mit der Einfahrtsspur quer durch das Couloir. In dieser Ansicht ist auch gut zu sehen, dass der primäre Anrissbereich der Lawine durch die orographisch links liegende Rippe deutlich abgeschattet wird, was sich ungünstig auf den Schneedeckenaufbau auswirken dürfte (Foto: C. Wittwer, 22.01.2016).

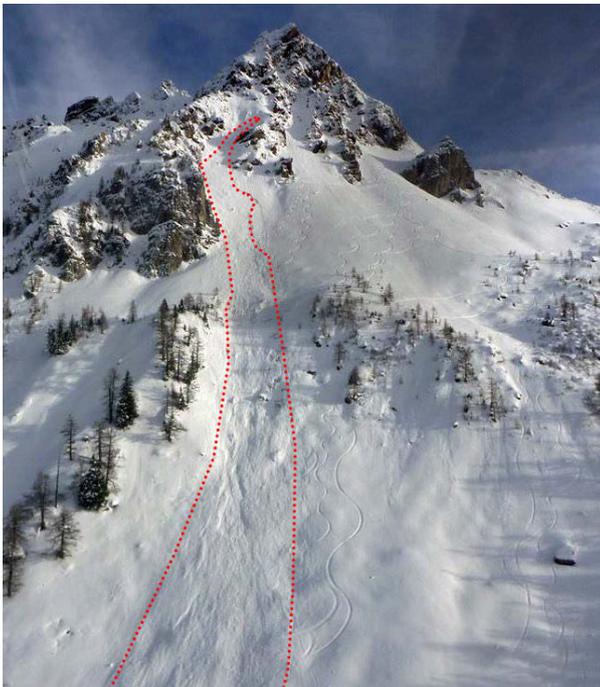


Abbildung 59: Lawine an der Pointe de Savoires in der Übersicht (Foto: C. Wittwer, 22.01.2016).



Abbildung 61: Durch die Bäume im Auslaufbereich dieser Lawine wurde das Verletzungsrisiko markant erhöht (Foto: C. Wittwer, 22.01.2016).

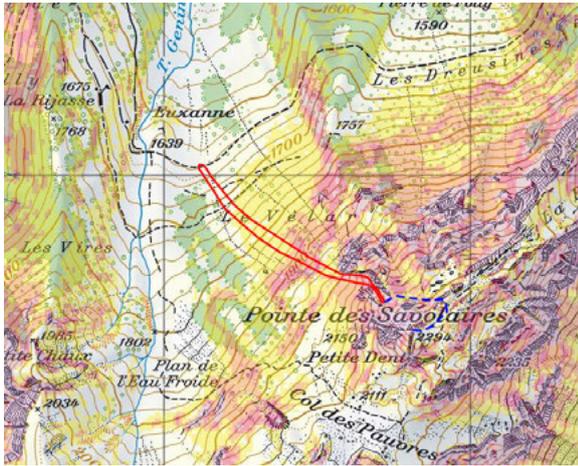


Abbildung 62: Kartenausschnitt mit der Unfalllawine (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000). Das Absturzgelände ist durchgehend sehr steil, im oberen Bereich meist über 40 Grad



Abbildung 63: Lawinenanriss im Bereich der Einfahrtsspuren. Die Lawine riss fast bis zum Boden; direkt bei der Einfahrtsspur sind Steine sichtbar (Foto: C. Wittwer, 22.01.2016).

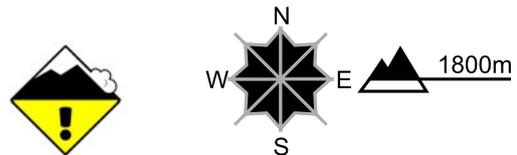
Wetter- und Lawinensituation

Bis zum Jahreswechsel lag nur wenig Schnee. So betrug die Schneehöhe an der IMIS Schneestation Fully Grand Cor auf 2610m rund 65cm. Auf dem Messfeld der Vergleichsstation Ovronnaz auf 1950m lagen am 2. Januar nur 45cm Schnee, was nahe bei einem neuen absoluten Minimum lag. Dann fiel aber Schnee, bis zum Unfalltag fast täglich. Alleine vom 11. bis 20. Januar fielen an der Station Fully Grand Cor 266cm und in Ovronnaz 162cm Neuschnee (vgl. Tabelle 10). Dies führte zwischenzeitlich zu kritischen Lawinenverhältnissen, Mitte Monat mit drei Tagen grosser Lawinengefahr. Anschliessend wirkte sich die mächtige Überdeckung der schwachen Altschneebasis aber zunehmend positiv auf die Schneedeckenstabilität aus. Die schwachen Schichten waren tief begraben und konnten nur noch selten von Personen ausgelöst werden.

Da bei der hier beschriebenen Lawine kein Anrissprofil erstellt wurde, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, in welcher Schicht die Lawine anbrach. Aufgrund des recht mächtigen Anrisses (ca. 50 cm mittlere Anrissmächtigkeit) und der Spur im Anrissbereich, die teilweise bis auf den steinigen Untergrund reicht, kann davon ausgegangen werden, dass die Lawine in einer basisnahen Schwachschicht anriss (vgl. Abbildung 63).

Lawinenbulletin gültig für den 22. Januar

Mässige Lawinengefahr (Stufe 2) - Hauptgefahr: Altschnee



Tief in der Schneedecke sind ausgeprägte Schwachschichten vorhanden. Lawinen können besonders an Übergängen von wenig zu viel Schnee in tiefen Schichten ausgelöst werden und mittlere Grösse erreichen. Die Gefahrenstellen sind selten aber kaum zu erkennen. Touren und Variantenabfahrten erfordern eine defensive Routenwahl.

Bemerkungen

Beurteilung Absturzgelände: Diese Lawine zeigt, wie entscheidend das Absturzgelände in Bezug auf das Verletzungsrisiko ist. Sobald Hindernisse wie Felsblöcke oder Bäume in der Sturzbahn vorhanden sind, erhöht sich das Verletzungsrisiko markant. Über 40% der Lawinopfer sterben an mechanischen Verletzungen².

²Techel, F., and Zweifel, B. (2013). Recreational avalanche accidents in Switzerland: Trends and patterns with an emphasis on burial, rescue methods and avalanche danger. In F. Naaim-Bouvet, Y. Durand, and R. Lambert (Eds.), *International Snow Science Workshop 2013, Proceedings* (pp. 1106-1112). Grenoble, France: ANENA, IRSTEA, Météo-France.

Tabelle 10: Wetterverhältnisse in der Unfallregion: Messwerte an manuellen und automatischen Stationen. Die dargestellten Werte sind Mittelwerte (Wind und Temperatur, jeweils für den Zeitraum 0 bis 24 Uhr) bzw. der Neuschnee während 24 Stunden (Messung / Berechnung jeweils am folgenden Morgen um 8 oder 9 Uhr).

Datum	Lufttemp. (°C) FUL1 ^a	mittl. Wind (km/h)/-richtung FUL1 ^a	Neuschnee (cm) FUL2 ^b	Neuschnee (cm) 4OV ^c
2016-01-10	-7	NA-NA	9	4
2016-01-11	-8	28-W	31	43
2016-01-12	-13	25-W	33	30
2016-01-13	-16	20-NW	32	30
2016-01-14	-12	24-W	13	6
2016-01-15	-17	13-NW	38	20
2016-01-16	-17	14-NW	17	0.3
2016-01-17	-20	17-NW	37	13
2016-01-18	-14	17-W	34	15
2016-01-19	-12	12-W	13	0.3
2016-01-20	-10	7-W	9	0
2016-01-21	-9	9-N	0	0
2016-01-22	-7	13-NW	0	0
2016-01-23	-6	19-N	4	0.3

^a FUL1: Windstation Fully Grand Chavalard 2898 m; 7 km entfernt.

^b FUL2: Schneestation Fully Grand Cor, 2610 m; 5 km entfernt.

^c 4OV: Vergleichsstation Ovronnaz 1950 m; 6 km entfernt.

Angaben zur Lawine

Zeitpunkt	13.15 Uhr	Lawinenart	Schneebrettlawine, trocken
Länge (m)	700	Auslöseart	Person
Breite (m)	20	Höhe (m ü.M.)	2160
Anrisshöhe Mittel (cm)	50	Exposition, Hangneigung	NW, 40-45 Grad

Angaben zu erfassten Personen

	Schaden	Verschüttungsart	Verschüttungsdauer
1. Person	schwer verletzt	nicht verschüttet	–
2. Person	unverletzt	nicht verschüttet	–

Latrejespitz (Aeschi bei Spiez/BE), 24. Januar 2016 – Grosse Lawine im Altschnee mit Todesfolge

Drei Tourenfahrer lösten im Aufstieg zum Latrejespitz eine grosse Lawine aus, welche alle drei Personen mitriss. Zwei Personen lösten den Lawinenairbag aus und überlebten den Unfall. Eine dritte Person ohne Lawinenairbag wurde ganz verschüttet und starb.

Unfallhergang und Rettungsaktion

Die drei Tourenfahrer – zwei Brüder und ein Kollege der beiden – stiegen von Aeschried durch das Suldental Richtung Latrejespitz. Sie stiegen mit je rund 50 m Abstand im Nordwesthang zwischen Latrejespitz und First auf. Als der vorderste Tourengeher kurz vor dem Grat war, lösten sie eine grosse Lawine aus, die alle drei Personen erfasste. Die beiden Brüder waren mit einem Lawinenairbag aus-

gerüstet und lösten diesen sofort aus. Einer kam im Bereich Höchstböde zum Stillstand, war unverletzt und konnte die Rettung alarmieren. Der andere blieb am vordersten Rand der Lawine an einer kleinen Tanne hängen. Er zog sich schwere Schürfungen und eine Prellung des Oberschenkels zu. Die dritte Person, ein 29-jähriger Berner wurde ganz verschüttet. Er konnte von seinem Kameraden, der nahe bei ihm zum Stillstand gekommen war, rasch mit dem LVS und der Lawinensonde gerettet und vom Schnee befreit werden. Gerade als der Kopf frei gelegt war, traf der Notarzt der Rega ein. Dieser konnte nur noch den Tod feststellen. Der Verschüttete erlag seinen inneren Verletzungen und der mechanischen Atembehinderung durch den Schneedruck.

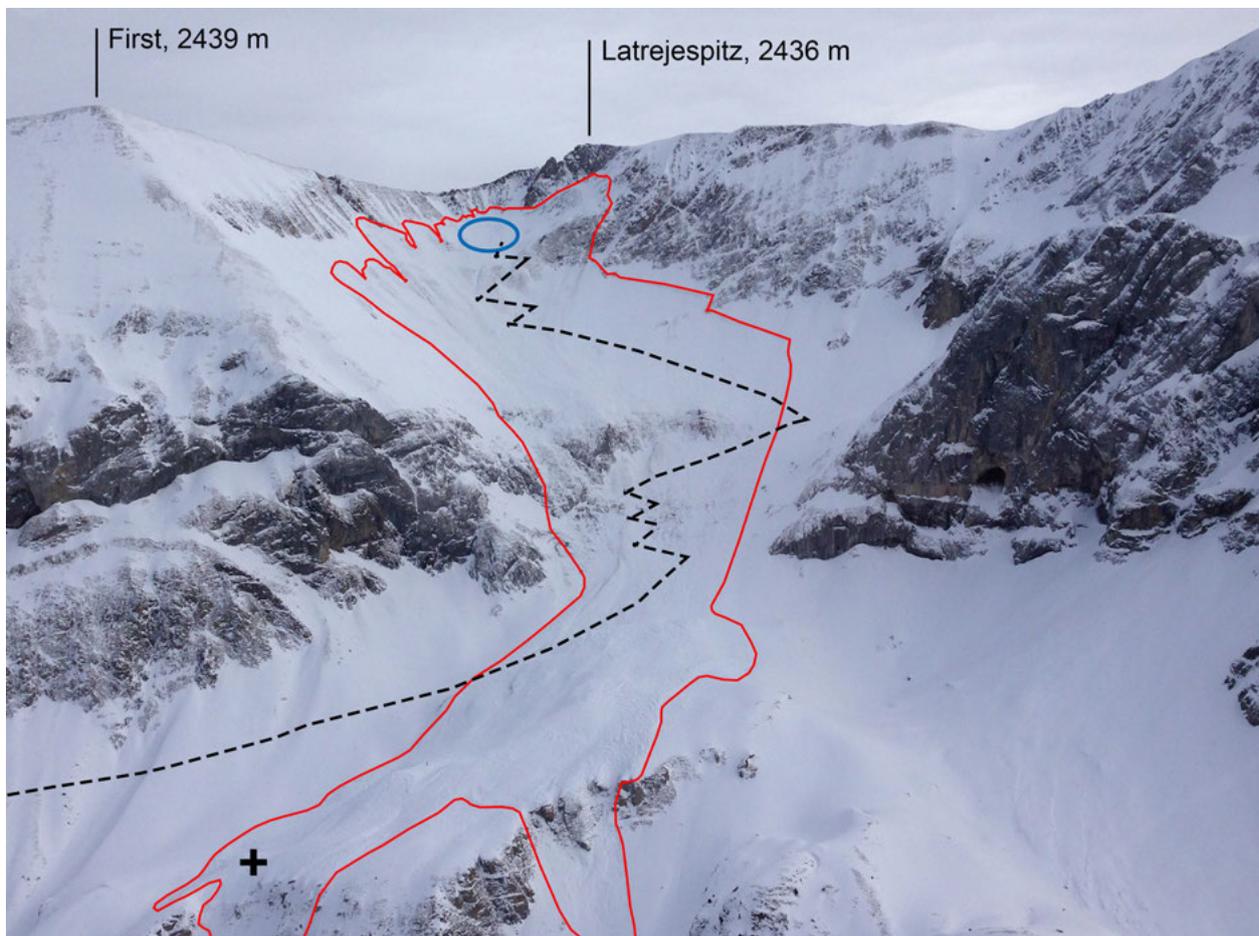


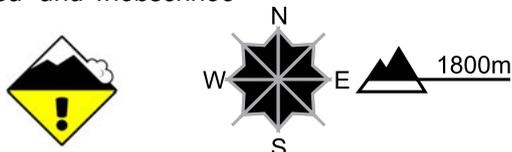
Abbildung 64: Lawine am Latrejespitz: Eingezeichnet ist die ungefähren Aufstiegsspur (schwarz gestrichelt) vor dem Lawinenabgang (die Spitzkehre ausserhalb der Lawinenfläche war nach dem Lawinenabgang noch sichtbar) sowie der Standort der vordersten Person bei der Lawinenauslösung (blauer Kreis). Eine Person mit ausgelöstem Lawinenairbag lag nahe beim Fundort des Opfers (+) und konnte rasch die Kameradenrettung einleiten. Die zweite Person mit Lawinenairbag, die den Unfall überlebte, lag am vordersten Rand der Ablagerung (ausserhalb des Bildes, siehe Abb. 66; Foto: H. Germann, 25.01.2016).

Wetter- und Lawinensituation

Nach dem schneearmen Winterstart und den Schneefällen vom Januar herrschte eine teilweise schwierig zu erkennende Altschneesituation. Die bodennahen Schichten waren vor allem an Nordhängen oberhalb von rund 2200 m kantig aufgebaut und schwach. Sie waren im Unfallgebiet mit 50 bis 100 cm Schnee, der im Januar fiel, überdeckt. Diese Überdeckung führte dazu, dass Lawinen nur noch selten ausgelöst werden konnten, insbesondere mit grosser Zusatzbelastung oder an eher schneearmen Stellen bzw. an Übergängen von wenig zu viel Schnee. Wenn aber Lawinen ausgelöst wurden, konnte die Bruchausbreitung über weite Distanzen erfolgen und die Lawinen waren oft eindrücklich gross, mit mächtigen Anrissen, so wie auch diese Unfalllawine. Die Lawine brach in bodennahen Schichten an und hatte einen rund 80 cm mächtigen Anriss hatte (vgl. Abb. 65). Der letzte markante Schneefall vor dem Unfall war vom 15. bis 20. Januar, wo im Unfallgebiet 40 bis 60 cm Schnee fielen. Die IMIS-Station Schilthorn, 6 km östlich des Unfallortes, zeigte in diesen Tagen 1 m Neuschnee; die Station Elsigen, 12 km südwestlich des Unfallortes, zeigte 40 cm Neuschnee in dieser Periode. In den Tagen vor dem Unfall war es trocken. Mit westlichen Winden entstand vor allem in der Höhe etwas Tribschnee.

Lawinenbulletin gültig für den 24. Januar

Mässige Lawinengefahr (Stufe 2) - Hauptgefahr: Neu- und Tribschnee



Am Samstag entstanden teils leicht auslösbare Tribschneeannehmungen. Anzahl und Grösse der Gefahrenstellen nehmen mit der Höhe zu. Zudem können stellenweise Lawinen in bodennahen Schichten ausgelöst werden und mittlere Grösse erreichen. Diese Gefahrenstellen sind selten aber kaum zu erkennen. Besonders ungünstig sind Übergänge von wenig zu viel Schnee, vor allem an sehr steilen West-, Nord- und Osthängen oberhalb von rund 2200 m. Touren und Variantenabfahrten erfordern eine vorsichtige Routenwahl.



Abbildung 65: Anriss- und Auslösebereich der Lawine (Foto: H. Germann, 25.01.2016).

Bemerkungen

Einfluss von Lawinenairbags auf die Überlebenschancen: Bei dieser Lawine haben die beiden Personen mit Lawinenairbag den Lawinenabgang überlebt und die Person ohne Lawinenairbag starb. Es ist allerdings zu erwähnen, dass der Lawinenairbag nur einer von vielen Faktoren ist, welcher die Überlebenschancen bei einer Lawinenerfassung beeinflusst. So spielen zum Beispiel der Standort beim Lawinenabgang, ob die Person in der Lawine auf ein Hindernis trifft (z.B. Felsen) oder auch die Position der Person während dem Lawinenabgang eine Rolle. Generell kann gesagt werden, dass der Lawinenairbag ein wertvolles Lawinen-Notfallgerät ist, das die Mortalität von Lawinenofern verringert. Eine internationale Studie (Haegeli et al. 2014)³ zeigte, dass «bei Lawinenofern, ernsthaft erfasst von einer Lawine der Grösse 2 oder grösser, das Sterberisiko mit einem aufgeblasenen Airbag von 22% auf 11% reduziert wird. Das heisst, dass aufgeblasene Airbags die Hälfte aller Todesopfer verhindern können.» (S. 100-101)

Ein wichtiger limitierender Faktor, welcher die Wirksamkeit des Lawinenairbags einschränkt, ist, dass der Airbag oft nicht aufgeblasen wurde. Wenn man diesen Effekt in der Auswertung berücksichtigt, wird das Sterberisiko von 22% ohne Airbag lediglich auf 13% mit Airbag (aufgeblasene und nicht aufgeblasene) reduziert. Der häufigste Grund für nicht aufgeblasene Airbags ist, dass sie vom Benutzer nicht ausgelöst wurden. Das Üben der Auslösung des Lawinenairbags ist deshalb wichtig. In anderen Fällen wurde der Airbag durch die Gewalt der Lawine weggerissen oder beschädigt. Technische Defekte sind selten.

³Haegeli, P., Falk, M., Procter, E., Zweifel, B., Jarry, F., Logan, S., Kronholm, K., Biskupic, M., Brugger, H. (2014). Die Wirksamkeit des Lawinenairbags. *bergundsteigen – Zeitschrift für Risikomanagement im Bergsport*. Oesterreichischer Alpenverein, Innsbruck, Austria, 23(3), 94-101.

Gefährlichkeit von Altschneelawinen: Diese Lawine zeigt eindrücklich, wie gefährlich Altschneebürche sein können. Die erfahrenen Tourengerher gaben an, dass sie während des Aufstieges keine Anzeichen von Gefahr (frische Lawinen, Rissbildung oder Wummgeräusche) im Zusammenhang mit dem schwachen Altschnee bemerken konnten. Dies kann für Altschneesituationen typisch sein. Oft sind keine Alarmzeichen vorhanden und die Gefahrenstellen sind kaum erkennbar. Auswertungen zeigen, dass Unfalllawinen oft im Altschnee anbrechen und dass Altschneelawinen grösser und somit gefährlicher sind als andere Lawinen (Techel und Winkler, 2015)⁴.

Da das Altschneeproblem nur schwer erkennbar ist, werden oft auch erfahrene Tourengerher davon überrascht. Erkennen kann man das Altschneeproblem mit Schneedecken-Stabilitätstest, wobei de-

ren Interpretation oft nicht zweifelsfrei ist. Meist – wie auch in diesem Beispiel – ist auch das Lawinenbulletin ein guter Hinweis. Dort wird das Altschneeproblem oder tief liegende Schwachschichten oft erwähnt. Schliesslich ist bei einem vorhandenen Altschneeproblem ein defensives Verhalten wichtig, weil die Konsequenzen eines Lawinenabganges oft fatal sind.

Es mag erstaunen, dass eine solche Lawine bei mässiger Lawinengefahr vorkommt. Dies ist aber durchaus möglich, da auch bei mässiger Lawinengefahr Lawinen auftreten, aber seltener. Und gerade bei Altschneesituationen kommt es immer wieder vor, dass Lawinenauslösungen sehr selten sind, aber wenn eine Lawine ausgelöst wird, diese gefährlich grosse Ausmasse erreichen kann. Deshalb ist eine besonders vorsichtige Beurteilung beim Altschneemuster angebracht.

Tabelle 11: Wetterverhältnisse in der Unfallregion: Messwerte an manuellen und automatischen Stationen. Die dargestellten Werte sind Mittelwerte (Wind und Temperatur, jeweils für den Zeitraum 0 bis 24 Uhr) bzw. der Neuschnee während 24 Stunden (Messung / Berechnung jeweils am folgenden Morgen um 8 oder 9 Uhr).

Datum	Lufttemp. (°C) SCH1 ^a	mittl. Wind (km/h)/-richtung SCH1 ^a	Neuschnee (cm) SCH2 ^b	Neuschnee (cm) 1MR ^c
2016-01-12	-13	34–W	72	8
2016-01-13	-16	26–W	32	14
2016-01-14	-13	29–W	0	1
2016-01-15	-18	24–NW	31	11
2016-01-16	-19	14–N	14	8
2016-01-17	-21	16–N	29	11
2016-01-18	-15	12–N	15	9
2016-01-19	-13	13–W	4	0.3
2016-01-20	-12	11–W	11	1
2016-01-21	-11	8–NW	6	2
2016-01-22	-7	18–W	0	0
2016-01-23	-7	19–NW	5	0
2016-01-24	-4	18–NW	0	0
2016-01-25	1	13–N	0	0

^a SCH1: Windstation Schilthorn 2970 m; 7 km entfernt.

^b SCH2: Schneestation Schilthorn, 2360 m; 6 km entfernt.

^c 1MR: Vergleichsstation Mürren 1650 m; 10 km entfernt.

Angaben zur Lawine			
Zeitpunkt	12.30 Uhr	Lawinenart	Schneebrettlawine, trocken
Länge (m)	1100	Auslöseart	Person
Breite (m)	570	Höhe (m ü.M.)	2400
Anrisshöhe Mittel (cm)	80	Exposition	NW
Angaben zu erfassten Personen			
	Schaden	Verschüttungsart	Verschüttungsdauer
1. Person	tot	ganz verschüttet	20 min
2. Person	verletzt	nicht verschüttet	–
3. Person	verletzt	nicht verschüttet	–

⁴Techel, F., Winkler, K. (2015). Fürchtet den Altschnee. *bergundsteigen – Zeitschrift für Risikomanagement im Bergsport*. Oesterreichischer Alpenverein, Innsbruck, Austria, 24(1), 34-40.

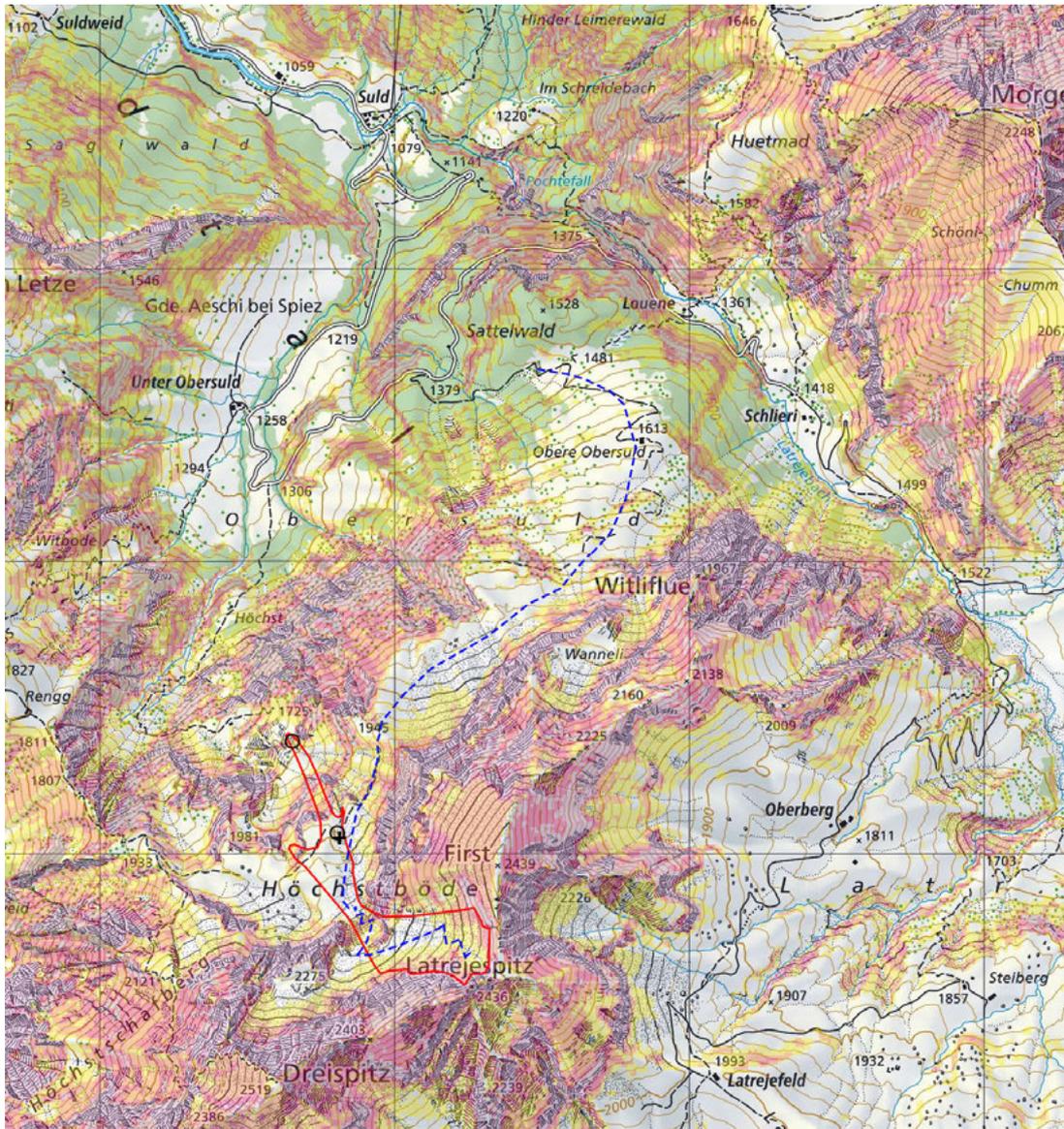


Abbildung 66: Kartenausschnitt des Unfallgebietes (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000) mit der ungefähren Aufstiegsroute (blaue gestrichelte Linie), der Lawine (rot), dem Fundort des Opfers (+) und dem Standort der beiden nicht verschütteten Tourenfahrer (schwarze Kreise).

Le Portalet (Orsières/VS), 19. April 2016 – Lawine mit Profi-Snowboarderinnen.

Bei Filmaufnahmen wurde eine 21-jährige Profi-Snowboarderin erfasst und durch ein Couloir mitgerissen. Sie starb an den Folgen des Absturzes. Ein Kameramann wurde am Rand der Lawine ebenfalls erfasst, blieb aber unverletzt.

Unfallhergang und Rettungsaktion

Zwei Profi-Freeriderinnen verabredeten sich am 19. April für Film- und Fotoaufnahmen auf der Schweizer Seite des Mont Blanc Gebietes. Zusammen mit einem Bergführer und zwei Fotografen flogen sie am frühen Morgen zuerst in den Bereich des Mont Dolent und der Tour Noir. Weil die Verhältnisse aber für diese grossen Hänge zu heikel waren entschieden sie sich für eine kurze Steilabfahrt am Portalet oberhalb von Orsières. Auf einem kleinen Sattel (P. 2949 auf der Karte, vgl. Abbildung 67 und 70) landeten sie, um die Verhältnisse in der Abfahrt genauer zu studieren, die Linien und die Standorte der Fotografen zu besprechen. Anschliessend setzte der Helikopter die beiden Freeriderinnen und den Bergführer auf dem Grat ab. Die erste Snowboarderin befuhr den Steilhang ohne Probleme und wartete beim Helikopter bei P. 2949. Die zweite Snowboarderin fuhr eine ähnliche Linie wie die erste. Beim zweiten Schwung, ca. 40 Höhenmeter unter dem Grat löste sie auf einer kleinen Rippe eine kleine Lawine aus. Da sie an dieser Stelle wenig Geschwindigkeit hatte, wurde sie sofort von der Lawine erfasst. Die Lawine glitt in zwei Armen ab, wobei der orografisch rechte Teil rechts der kleinen Rippe in ein steiles und langes Couloir hinunter bis auf das Gletschervorfeld des Glacier de Saleina abstürzte (vgl. Abbildung 67, 68 und 69).

Der orographisch linke Teil der Lawine ging direkt auf den einen Fotografen zu. Dieser versuchte noch zu flüchten. Er hatte Tourenski mit Fellen an, war aber nicht schnell genug und wurde am Rande von der Lawine erfasst und rund 50 m mitgerissen. Er verlor dabei seine Ski und seinen Fotoapparat, blieb aber unverletzt und konnte sich selber befreien.

Der Bergführer beobachtete den Lawinenabgang vom Grat, wobei er die erfasste Snowboarderin nicht sehen konnte. Direkt nach dem Lawinenabgang fuhr er selber zum Plateau bei P. 2949 ab und avisierte per Funk den Piloten des Helikopters, dass er die Rettung alarmieren solle. Daraufhin sagte er dem Fotografen, der sich selber befreien konnte, dass er in seinem Bereich der Ablagerung mit dem LVS suchen solle und fuhr dann weiter über die Lawine ab Richtung Couloir, um die Lawine mit dem LVS abzusuchen. Inzwischen war die erste Snowboarderin bereits der Lawinenbahn bis zu einer Stelle gefolgt, wo sie von einem Fels-

band blockiert nicht mehr weiter kam. Der Bergführer wies darauf den Piloten an, die Lawinenbahn mit dem Helikopter abzusuchen, um allenfalls die Snowboarderin zu finden (vgl. Abbildung 70 und 71).

Dieser fand die Snowboarderin auf rund 1900 m auf einer Seitenmoräne des Glacier de Saleina. Er holte daraufhin den blockierten Bergführer und die zweite Snowboarderin und lud den Bergführer beim Opfer aus. Dieser begann sofort, das Opfer auszugraben. Sie war mit Schnee und Steinen von der Moräne bedeckt. Als er den Kopf freilegen konnte, spürte er keinen Puls mehr. Das Snowboard, der Helm und der Airbagrucksack waren beim Absturz weggerissen worden. Kurz darauf trafen die Rettungskräfte beim Opfer ein und evakuierten die Snowboarderin und den Bergführer. Bei der abgestürzten, 21-jährigen Walliserin konnte nur noch der Tod festgestellt werden.



Abbildung 67: Übersicht über den Anrissbereich der Lawine mit der Spur der ersten Snowboarderin und den beiden Lawinenarmen (rote Pfeile) sowie dem Sattel, wo der Helikopter landete (Foto: SLF/St. Harvey, 20.04.2016).

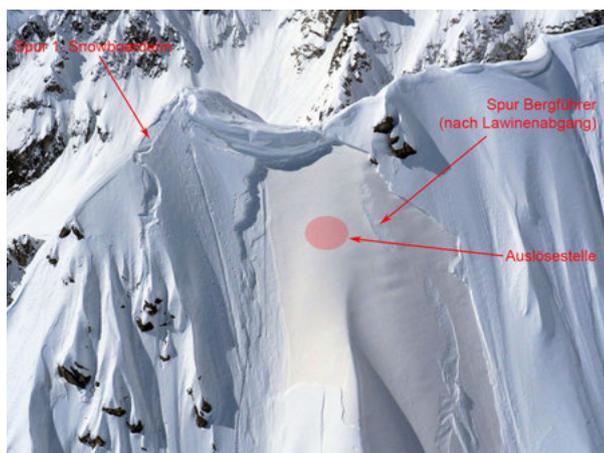


Abbildung 68: Anrissbereich der Lawine: deutlich sichtbar ist die verfärbte Kruste mit dem Saharastaub. Die erste Snowboarderin fuhr orographisch weiter rechts (Spur ausserhalb der Anrissfläche sichtbar). Die Spur auf der Anrissfläche ist vom Bergführer, der nach dem Lawinenabgang abfuhr. Der Auslösepunkt war auf der Rippe in der Bildmitte (Foto: Kantonspolizei VS, 19.04.2016).

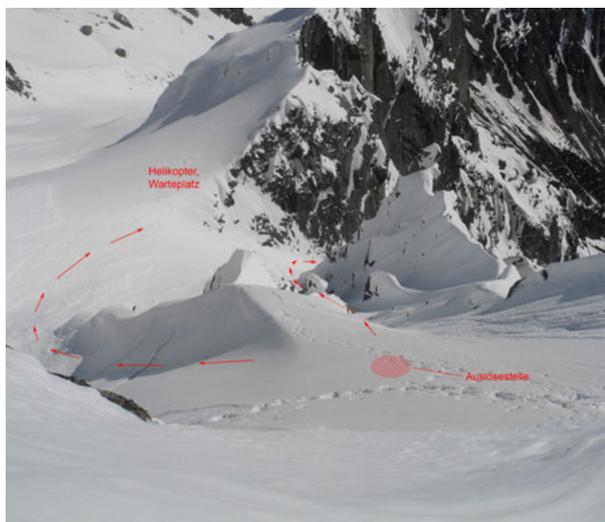


Abbildung 69: Blick von oben auf den Anrissbereich und die zwei Arme der Lawine. Die Snowboarderin wurde vom rechten Arm der Lawine mitgerissen (Foto: SLF/St. Harvey, 20.04.2016).

Wetter- und Lawinensituation

Im Westen der Schweizer Alpen war die Schneedecke dank einem schneereichen Winter mit vielen Westlagen verbreitet mächtig und günstig aufgebaut.

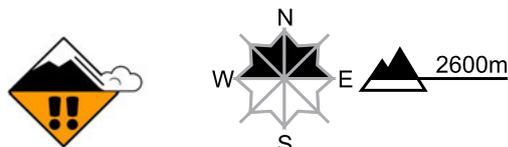
Anfangs April (1. bis 3. April) bildete sich mit einer starken südlichen Höhenströmung verbunden mit hohen Temperaturen bis in hohe Lagen eine Kruste mit eingelagertem Saharastaub. Am 8./9. April sowie vom 12. bis 14. April fielen je 10 bis 20 cm Schnee in hohen Lagen. Vom 16. bis 18. April fielen dann mit einer südwestlichen Strömung nochmals 20 bis 30 cm Schnee im Unfallgebiet. In der Nacht auf den 19. April endeten dann die Niederschläge

und es klarte auf. Am Morgen des 19. Aprils war es wolkenlos.

Einen Tag nach dem Unfall wurde orographisch links des Lawinenanrisses von einem SLF-Mitarbeiter und einem lokalen Bergführer ein Schneeprofil erstellt. Darin konnte die Kruste mit dem Saharastaub gut erkannt werden. Über der Kruste war eine dünne Schicht aus kantigen Kristallen zu erkennen, in der die Lawine angebrochen war. Auf der Anrissfläche konnte der Saharastaub gut erkannt werden (vgl. Abbildung 68).

Lawinenbulletin gültig für den 19. April

Erhebliche Lawinengefahr (Stufe 3) - Hauptgefahr: Neu- und Triebsschnee



Neu- und Triebsschnee der letzten drei Tage bilden die Hauptgefahr. Lawinen können schon von einzelnen Wintersportlern ausgelöst werden. Im Hochgebirge sind die Gefahrenstellen an allen Expositionen vorhanden. Touren erfordern Erfahrung in der Beurteilung der Lawinengefahr.

Bemerkungen

Lawinen bei Filmaufnahmen: Obwohl in der Regel bei Film- oder Fotoaufnahmen auf die Sicherheit geachtet wird, kam es in der Vergangenheit immer wieder zu Lawinenunfällen bei Filmaufnahmen. Die wichtigsten Unfälle im Zusammenhang mit Film- oder Fotoaufnahmen waren folgende:

- 12. April 1964, Val Selin, Celerina: Im berühmten «Fall Bogner» wurden zwei Skirennfahrer bei Filmaufnahmen ganz verschüttet und getötet.
- 20. April 1993, Hofathorn, Belalp: Zwei Lawinenabgänge, eine Person erlitt schwere Verletzungen.
- 18. Januar 1999, Jatzhorn, Davos: Vorbereitungen für Fernsehaufnahmen, eine Person ganz verschüttet (2 m tief), rasch gerettet und abgesehen von einer Unterkühlung unverletzt.
- 12. November 2000, Glacier de Barons, Trient: Eine Person ganz verschüttet und trotz rascher Rettung gestorben. Der Bergführer wurde wegen fahrlässigen Tötung verurteilt.
- 2. Mai 2009, Piz Mandra, Pontresina: Drei Personen ganz verschüttet, dank musterhafter Rettung keine ernsthaften Verletzungen.

- 7. April 2010, Col des Arpettes, Anniviers: Ein Bergführer fotografierte seine Gäste an einem ungünstigen Standort. Der Bergführer und ein Gast wurden mitgerissen, wobei der Bergführer verschüttet wurde und starb.

Saharastaub als Schwachschicht: Welchen Einfluss Saharastaub auf die Schneedecke bezüglich Schwachschichtenbildung hat, wurde schon verschiedentlich diskutiert, aber bisher kaum wissenschaftlich untersucht. In den Alpen kommt es immer wieder vor, dass mit starken südlichen Höhenströmungen Saharastaub herangetragen und auf der Schneedecke abgelagert wird. Diese Ablagerung ist oft markant sichtbar an der typisch beigen Verfärbung. Dass diese Schichten so deutlich erkennbar sind, ist sicherlich ein wichtiger Beitrag dazu, dass sie oft als Gleitflächen von Lawinen erwähnt wurden. Es gibt aber kaum Anhaltspunkte, dass der Saharastaub an sich einen markanten Einfluss auf die Bildung einer Schwachschicht hat. Meistens dürfte die massgebende Schwachschicht, wie auch in diesem Beispiel, im Zusammenhang mit Krusten stehen, die bei oft warmen Bedingungen während den Südströmungen gebildet werden. Es ist bekannt, dass oberhalb und unterhalb von Krusten

aufgrund starker Temperaturgradienten eine verstärkte aufbauende Schneeuwandlung stattfinden kann und dass deshalb dort dünne Schwachschichten entstehen können. Dies dürfte auch bei dieser Lawine der Fall gewesen sein. In dieser Periode wurden viele Lawinen auf dieser Saharakruste beobachtet, so zum Beispiel auch die Unfalllawine Nr. 143 vom Galmihorn (17. April, siehe Tabelle 18, S. 95).

Interessant war allerdings, dass diese Kruste selbst an Nordhängen bis auf über 3000 m beobachtet wurde (bei diesem Unfall und beim Unfall Nr. 143 am Galmihorn), obwohl gemäss meteorologischen Messwerten keine Bedingungen für Schmelzharstkrusten bis in diese Höhenlage zu verzeichnen waren. Vermutlich dürfte, verursacht durch die Verfärbung mit dem Saharastaub und die damit veränderte Albedo, deutlich mehr Energie in die Schneedecke einfließen (auch durch diffuse Strahlung). Somit dürften auch in Expositionen und Höhenlagen Schmelzbedingungen erreicht worden sein, die bei einer weissen Schneedecke nicht erreicht würden.

Weitere Informationen zum Saharastaub in der Schneedecke finden sich auch auf www.slf.ch unter Wochenbericht > Schwerpunktthemen.

Angaben zur Lawine			
Zeitpunkt	8:11 Uhr	Lawinenart	Schneebrettlawine, trocken
Länge (m)	1500	Auslöseart	Person
Breite (m)	20	Höhe (m ü.M.)	3100
Anrisshöhe Mittel (cm)	30	Exposition, Hangneigung	NE, über 45 Grad
Angaben zu erfassten Personen			
	Schaden	Verschüttungsart	Verschüttungsdauer
1. Person	tot	ganz verschüttet	ca. 30 min
2. Person	unverletzt	teilverschüttet	–



Abbildung 70: Kartenausschnitt des Unfallgebietes (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000). Die kleine Lawine teilte sich in zwei Bahnen, wobei die orographisch linke Lawinenbahn den Fotografen mitriss, der unverletzt blieb und der orographisch rechte Arm die Snowboarderin erfasste und durch das Couloir mitriss. Der Helikopter stand beim Punkt 2949.

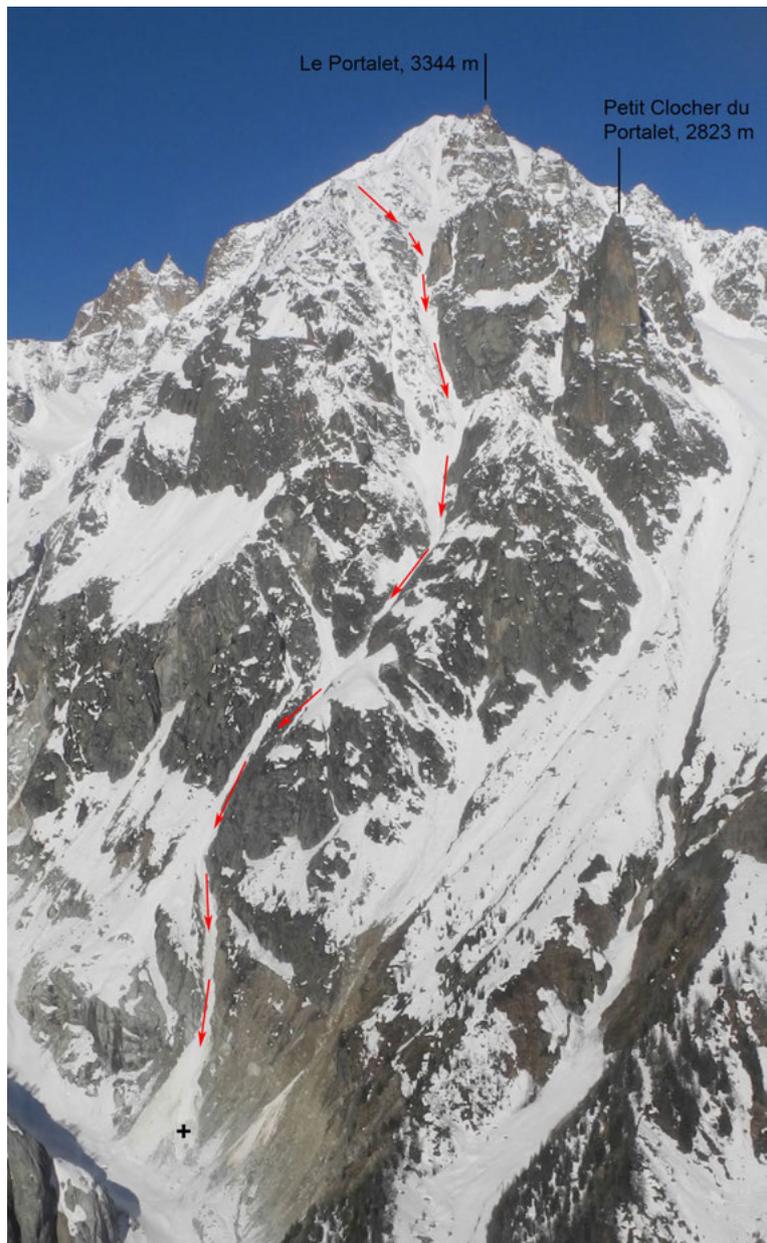


Abbildung 71: Die Lawine stürzte über ein Couloir bis ins Gletschervorfeld des Glacier de Saleina ab (Foto: SLF/St. Harvey, 20.04.2016).

Albulapass (Bergün, La Punt-Chamuesch / GR), 20. Mai 2016 – Lawinen auf offene Passsstrasse.

Zwei Nassschneelawinen gingen kurz nacheinander auf die geöffnete Albulastrasse nieder. Ein Personenwagen konnte auf einen Parkplatz ausweichen. Ein weiterer Personenwagen wurde von der Lawine nur ganz am Rand erfasst. Alle Fahrzeuge blieben unbeschädigt und die Insassen blieben unverletzt.

Lawinnenedergang

Die Albulapassstrasse wurde am 14. Mai nach der Wintersperre für den Verkehr geöffnet. Am Freitagnachmittag, 20. Mai ging bei Cruschetta, ein Kilometer westlich der Passhöhe, eine Nassschneelawine aus der Nordflanke des Piz da las Blais bis auf die Strasse nieder. Ein Personenwagen, von Bergün kommend, konnte den Schneemassen ausweichen und wurde nur am Rand von der Lawine erfasst. Er wurde allerdings von den Schneemassen eingeschlossen. Kurz darauf ging eine zweite Lawine nieder und erfasste einen zweiten Personenwagen ebenfalls nur am Rand der Lawine. Ein weiterer Personenwagen und ein Motorrad wurden von den beiden Lawinen eingeschlossen aber nicht von den Schneemassen erfasst. Die Personen und auch die Fahrzeuge blieben alle unbeschädigt. Die Passstrasse wurde nach diesem Vorfall geschlossen und aufgrund von weiterhin hohen Temperaturen und erneuten Schneefällen erst am 26. Mai wieder für den Verkehr freigegeben.



Abbildung 72: Lawinen über die Albulapassstrasse: Zwei Personenwagen wurden am Rande von der Lawine erfasst, ein Personenwagen und ein Motorrad wurden von den Schneemassen eingeschlossen aber nicht erfasst (Foto: Kantonspolizei GR, 20.05.2016).



Abbildung 73: Die beiden Lawinen kamen aus den sehr steilen Nordhängen des Piz da las Blais. Die Strasse ist an dieser Stelle im unmittelbaren Auslaufbereich dieser Lawinen (Foto: Kantonspolizei GR, 20.05.2016).

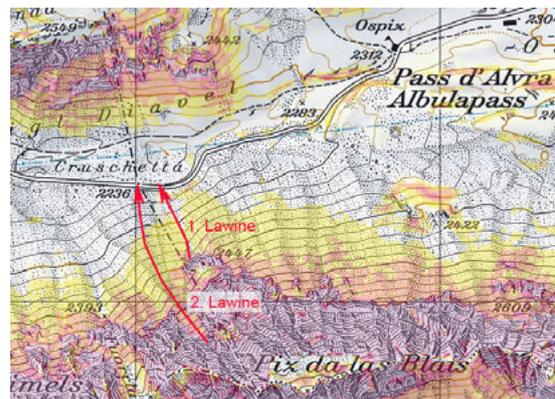


Abbildung 74: Kartenausschnitt des Unfallgebietes (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000). Die beiden Lawinen gingen aus der steilen Nordflanke des Piz da las Blais direkt auf die darunter liegende Albulapassstrasse nieder.

Wetter- und Lawinensituation

Bei den oben beschriebenen Lawinen handelte es sich um oberflächliche Nassschneelawinen, weshalb vor allem der Wetterablauf der Tage vor dem Unfall relevant war. Wahrscheinlich wardie Schneedecke recht gut verfestigt oder noch nicht nass, sonst wäre der Bruch wohl bis zum Boden erfolgt. Am 12. und 13. Mai fielen im Albulagebiet rund 20 bis 30 cm Schnee (vgl. Tabelle 12). Dann war es bis zum 19. Mai wieder trocken und teilweise sonnig. Am 19. Mai setzte Schneefall ein, der bis in die Nacht zum 20. Mai anhielt. Gemäss Beobachtungen vor Ort fielen dabei rund 30 cm Neuschnee. Die Nacht war bedeckt, erst kurz vor dem Tagesanbruch klarte es auf. Die Schneedecke konnte nur kurz auskühlen, bevor die Sonneneinstrahlung

und tageszeitliche Erwärmung einsetzte. Diese war am 20. Mai markant, so stieg die Schneeoberflächentemperatur rasch gegen 0°C an und die Lufttemperatur an der IMIS Schneestation Porta d'Escha (KES2) auf 2725 m stieg auf rund 8°C an (vgl. Abbildung 75; Bem.: die Temperatursensoren der IMIS-Stationen sind nicht belüftet und zeigen da-

Lawinenbulletin gültig bis zum 20. Mai, Ausgabe vom 18. Mai

Nasse Lawinen

In der Nacht auf Donnerstag (19. Mai) sind mit dem Regen und am Freitag (20. Mai) mit der tageszeitlichen Erwärmung und der Sonneneinstrahlung nasse Lawinen zu erwarten. Dies an Nordhängen unterhalb von rund 2600 m, in den übrigen Expositionen unterhalb von etwa 3200 m. Auf Touren, aber auch auf exponierten Wanderungen in hohen Lagen sollte die Gefahr für nasse Lawinen beachtet werden.

Bemerkungen

Sicherungsmassnahmen: Bereits am 19. Mai um 10 Uhr kam es zu einem Lawinenabgang unterhalb des Felskopfes bei P. 2447, wobei diese Lawine bis knapp in die Mitte der Fahrbahn vorstieß. Die zuständigen Sicherheitsfachleute sperrten daraufhin die Strasse. Da vor diesem Lawinenabgang kaum Neuschnee registriert wurde und auch die Temperaturen eher tief waren, kam dieser Abgang überraschend. Nach dem Schneefall auf den 20. Mai wurden morgens um 8 Uhr bei trockenen

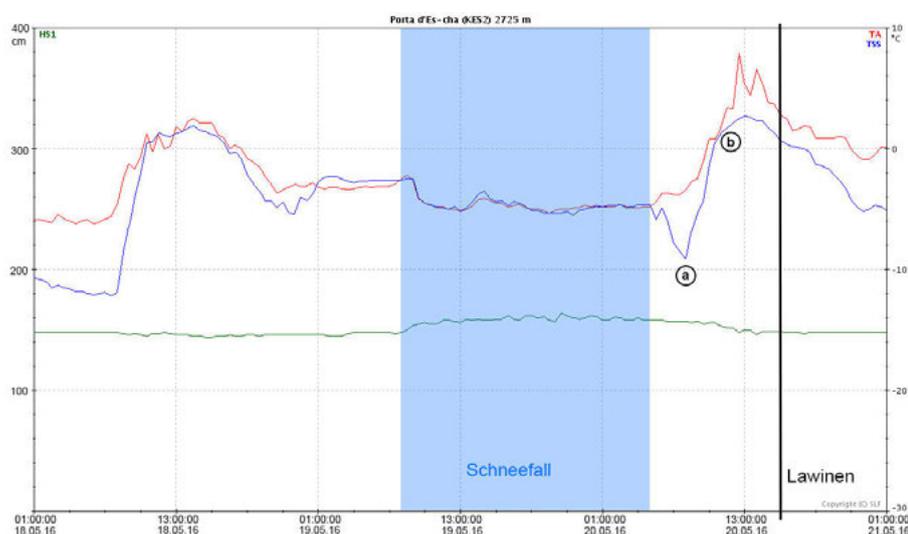
her bei Sonneneinstrahlung meist zu hohe Werte an). Diese ungünstige Kombination von bedeckter Nacht und warmem Strahlungstag dürfte die Ursache für diese Nassschneelawinen gewesen sein. Vermutlich löste sich dabei nur der Neuschnee vom 19. und 20. Mai

Schneeverhältnissen Sprengungen durchgeführt. In den Anrissgebieten der beiden hier beschriebenen Lawinen wurden ca. 15 Sprengungen mittels DaisyBell (Explosion eines Wasserstoff/Sauerstoff-Gemisches in einem metallischen Behälter unter dem Helikopter hängend) gezündet. Dabei wurden oberflächlich Lawinen ausgelöst, die im Hang zum Stillstand kamen. Die Strasse wurde daraufhin um 10.15 Uhr wieder für den Verkehr geöffnet, die Situation wurde darauf mit Kontrollfahrten beobachtet. Ohne Anzeichen von Lawinenaktivität während des Nachmittags gingen dann kurz vor 16 Uhr die beiden Lawinen auf die Strasse nieder.

Frühere Lawinen: Dieser Strassenabschnitt wurde schon in der Vergangenheit von Lawinen betroffen. Besonders zu erwähnen sind zwei Lawinenereignisse:

- 26. April 1986: Eine Grundlawine riss einen Hochspannungsleitungsmasten weg und die beiden benachbarten Masten wurden auf etwa einem Drittel Höhe abgedreht und zu Boden geworfen. Die Wiederinstandstellungsarbeiten dauerten ca. 6 Wochen.

Abbildung 75: Verlauf der Schneehöhe (grün), der Lufttemperatur (rot) und der Schneeoberflächentemperatur (blau) an der IMIS Schneestation Porta d'Escha (KES2) auf 2725 m, 7 km nordöstlich der Unfallawinen. Gut zu sehen ist der Schneefall am 19. und 20. Mai mit dem Anstieg der Schneehöhe und dem parallelen Verlauf der Luft- und Schneeoberflächentemperatur, was bedeutet, dass es bedeckt war. Nach dem Aufklaren in den frühen Morgenstunden konnte die Schneedecke vorerst noch abstrahlen und die Oberfläche kühlte rasch ab (a; starkes Absinken der Schneeoberflächentemperatur) bevor es dann mit der Sonneneinstrahlung rasch wärmer wurde (b).



- 20. Mai 2009: Ein PneuLader wurde bei Schneeräumungsarbeiten von einer Lawine von der Strasse geschoben. Der Fahrer kam mit dem Schrecken davon.

Künstliche Lawinenauslösung im Nassschnee:

Die künstliche Auslösung von Nassschneelawinen ist deutlich schwieriger als von trockenen Lawinen. Deshalb wird in der Regel versucht, die Schneemassen als trockene Lawinen auszulösen und die Anrissgebiete zu entleeren. Gelingt dies nicht, müssen künstliche Lawinenauslösungen im Nassschnee versucht werden. Es ist möglich, Schnee in Bewegung zu setzen, der dann weiteren Schnee mitreisst und so Anrissgebiete zu entladen. Dies

braucht aber viele Sprengpunkte.

In den letzten Jahren wurden grosse Anstrengungen unternommen, um die künstliche Auslösung von Nassschneelawinen zu verbessern. Verschiedene Studien (Buchinger, 2014⁵; Wiesinger et al., 2013⁶) deuten darauf hin, dass unter geeigneten Umständen die künstliche Auslösung von Nassschneelawinen durchaus erfolgreich sein kann. Buchinger hob folgende Faktoren als wichtig hervor:

- «Die Ladungen sollten möglichst gross gewählt werden.
- Sprengungen über der Schneedecke sind erfolgreicher als in der Schneedecke.» (Buchinger, 2014, S. 46)

Table 12: Wetterverhältnisse in der Unfallregion: Messwerte an manuellen und automatischen Stationen. Die dargestellten Werte sind Mittelwerte (Wind und Temperatur, jeweils für den Zeitraum 0 bis 24 Uhr) bzw. der Neuschnee während 24 Stunden (Messung / Berechnung jeweils am folgenden Morgen um 8 oder 9 Uhr).

Datum	Lufttemp. (°C) BEV1 ^a	mittl. Wind (km/h)/-richtung BEV1 ^a	Neuschnee (cm) BEV2 ^b	Neuschnee (cm) 5BE ^c
2016-05-10	1	17-W	0	0
2016-05-11	1	13-SW	0	0
2016-05-12	-1	6-W	7	0
2016-05-13	-1	21-N	19	0
2016-05-14	-1	31-NE	0	0
2016-05-15	-5	25-NE	0	0
2016-05-16	-6	24-NE	0	0
2016-05-17	-4	19-NE	2	0
2016-05-18	0	13-W	0	0
2016-05-19	-3	17-NE	7	0
2016-05-20	1	15-N	10	0
2016-05-21	6	8-W	0	0

^a BEV1: Windstation Bever 2490 m; 4 km entfernt.

^b BEV2: Schneestation Bever, 2510 m; 4 km entfernt.

^c 5BE: Vergleichsstation Bergün 1380 m; 9 km entfernt.

Angaben zur 1. Lawine			
Zeitpunkt	15.55 Uhr	Lawinenart	Nassschneelawine
Länge (m)	270 m	Auslöseart	natürlich
Breite (m)	unbekannt	Höhe (m ü.M.)	2390
Anrissshöhe Mittel (cm)	unbekannt	Exposition, Hangneigung	N, 35-40 Grad
Angaben zur 2. Lawine			
Zeitpunkt	15.57 Uhr	Lawinenart	Nassschneelawine
Länge (m)	620 m	Auslöseart	natürlich
Breite (m)	unbekannt	Höhe (m ü.M.)	2650
Anrissshöhe Mittel (cm)	unbekannt	Exposition, Hangneigung	N, über 45 Grad

⁵Buchinger, S. (2014). *Künstliche Auslösung von Schneebrettlawinen. Vergleich der in Österreich verwendeten Methoden*. Masterarbeit Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Wien.

⁶Wiesinger, T., Oberhammer, M., Seiwald, J., und Koch, S. (2013). Wet Snow Instabilities – Multiple Approaches to Lift the Veil. *International Snow Science Workshop 2013, Proceedings* (pp. 920-925). Grenoble, France: ANENA, IRSTEA, Météo-France.

4 Spezialthemen

Einschneien und Ausapern

Christoph Marty

Definition

Wie in diesem Bericht beschrieben (vgl. Kapitel 2, S. 8), erlebten wir einen extrem schneearmen Frühwinter, so dass das Einschneien im Winter 2015/16 teilweise spät stattgefunden hat. Was aber genau bedeutet «Einschneien» und das häufig im selben Zusammenhang genannte «Ausapern»? Beide Begriffe sind normalerweise nur für Alpenbewohner klar verständlich. Laut Duden bedeutet Einschneien «von Schnee ganz bedeckt werden» und Ausapern «schneefrei werden». In der Praxis wird häufig von einem Einschnei- und Ausaperungsdatum gesprochen und damit sind normalerweise der Beginn und das Ende einer durchgehenden Schneedecke gemeint. Eine entsprechende klare Definition gibt es aber erstaunlicherweise nicht. Das heisst, es ist oftmals nicht klar, was für ein Punkt oder welche Fläche «eingeschneit» oder «ausgeapert» ist, weil der genaue Ortsbezug fehlt.

Das Einschnei- und Ausaperungsdatum wird normalerweise aus den täglich stattfindenden Beobachtungen der Schneehöhe an einem Messpegel bestimmt. Der Pegel wäre darum der logischste Ortsbezug. In der Praxis zeigt sicher aber, dass man besser eine Fläche um den Pegel betrachtet, weil ein Pegel auf Grund seiner Erwärmung durch die Sonne häufig ein paar Tage früher ausapert. Für die Beobachter des SLF gilt daher das Messfeld als Referenzfläche. Schneehöhe «0 cm» darf entsprechend erst gemeldet werden, wenn mehr als die Hälfte des Messfeldes (ca. 10 x 10 m) schneefrei ist. Die gleiche Bedingung gilt natürlich auch für das Einschneien, nur ist das weniger problematisch, weil normalerweise das ganze Messfeld auf einmal eingeschneit wird. Für die Beobachter der MeteoSchweiz gibt es diesbezüglich keine klare Instruktion, was natürlich zu einer grösseren Unsicherheit bei der entsprechenden Datenauswertung beiträgt.

Aufgrund der Definition ist es klar, dass die Begriffe Einschneien und Ausapern in Höhenzonen ohne durchgehende Schneedecke (z.B. Mittelland oder Tessin) keinen Sinn machen. Die Erfahrung zeigt, dass eine Auswertung von Einschneien und Ausapern

nur für Stationen oberhalb 1000 m sinnvoll ist. Aber auch mit dieser Bedingung gibt es natürlich in schneearmen Wintern immer wieder die Situation, dass einige Tage mitten im Winter schneefrei sein können und somit mehrere schneebedeckte Perioden zu beobachten sind (Abb. 76). Um auch in solchen Wintern ein klares Einschnei- und Ausaperungsdatum bestimmen zu können, braucht es eine Erweiterung der obigen Definition. Eine kürzlich am SLF abgeschlossene Masterarbeit⁷ hat folgende mögliche Varianten der Definition angeschaut: Längste Periode mit Schneehöhe grösser 0 cm, wobei

- A. 1 schneefreier Tag zwischen Dezember und Februar erlaubt.
- B. 3 schneefreie Tage zwischen Dezember und Februar erlaubt.
- C. 5 schneefreie Tage zwischen Dezember und Februar erlaubt.
- D. 1 schneefreier Tag erlaubt.

Um das Einschnei- und Ausaperungsdatum zu berechnen, wurde die längste Periode mit einer durchgehenden Schneedecke bestimmt. Waren zwei Perioden gleich lang, wurde die erste Periode berücksichtigt. Eine Auswertung der oben aufgelisteten Varianten hat keine signifikanten Unterschiede bezüglich möglicher Trends ergeben, so dass in der Masterarbeit der Einfachheit halber die Variante (A) für die weitere Auswertung ausgewählt wurde. Variante D hat den Nachteil, dass damit die Wahrscheinlichkeit erhöht wird, dass das Einschneien oder Ausapern ausserhalb der üblichen Messperiode (Nov-Apr) fällt und somit nicht bestimmt werden kann.

Eine Studie⁸ mit dem Fokus auf Stationen, die auch Schneetage im Sommer beobachten, hat zudem folgende unabhängige Definition gewählt:

- Die durchgehende Schneedecke muss mindestens 40 Tage andauern.

Das Einschneien war dann durch den ersten schneedeckten Tag der ersten solchen Periode definiert. Analog dazu wurde das Ausapern durch den letzten Tag der letzten mindestens 40-tägigen Periode mit Schneebdeckung bestimmt.

⁷Buchmann Moritz, 2016: *Changes of snow onset and disappearance dates during the last 60 years in the Swiss Alps*, Master Thesis in Environmental Sciences ETH Zürich

⁸Klein, G., Vitasse, Y., Rixen, C., Marty, C., and M. Rebetez, M., 2016: Shorter snow cover duration since 1970 in the Swiss Alps due to earlier snowmelt more than to later snow onset. *Climatic Change*, 1-13

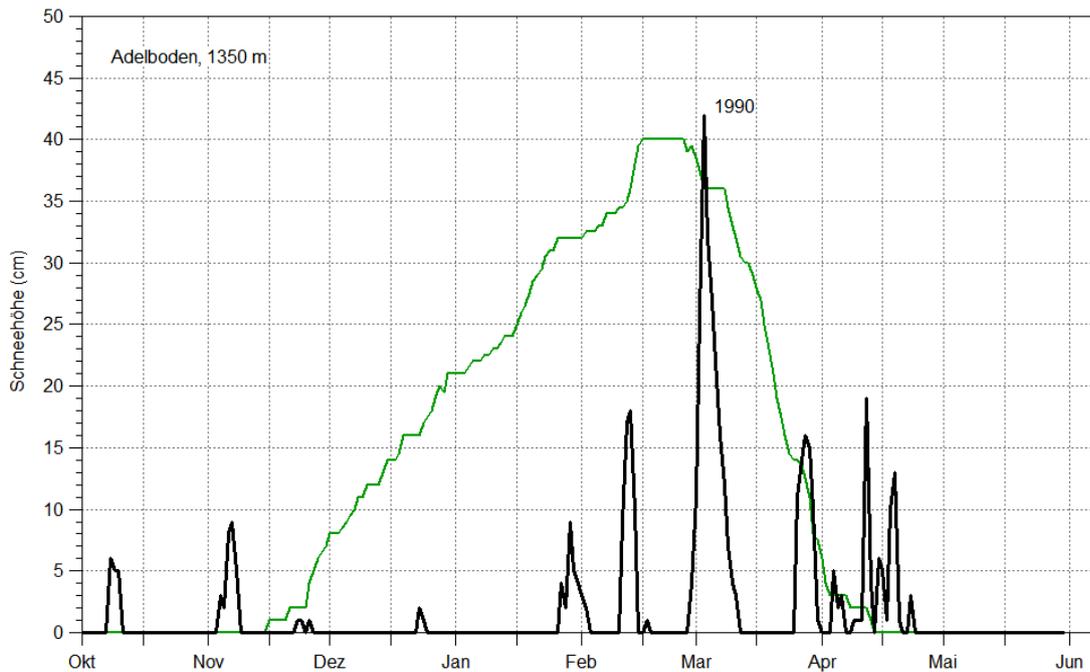


Abbildung 76: Schneehöhenverlauf in Adelboden (1350 m) im Winter 1989/90 (schwarz) und im Durchschnitt der letzten 50 Jahre (grün). Wann ist das Einschneien und Ausapern im Winter 1989/90?

Bedeutung

Dass das Einschneien und Ausapern schon früh als wichtige Kennzahlen angesehen wurden, zeigt die Tatsache, dass beide Daten für die meisten Stationen in früheren Winterberichten (1947/48 bis 2006/07) immer in einer separaten Tabelle aufgelistet wurden. Eine Überprüfung dieser Termine hat ergeben, dass dabei keine reproduzierbare Methode angewandt wurde. Mit grosser Wahrscheinlichkeit wurde vom zuständigen Mitarbeiter jeweils visuell bestimmt, welche schneebedeckte Periode die massgebende war. Seit dem Winterbericht 2013/14 werden Einschneien und Ausapern für die repräsentative Stationen (Kap. 2, Abschnitt «Schneehöhenverlauf») wieder aufgeführt. Die entsprechenden Termine beschreiben Beginn und Ende der längsten schneebedeckten Periode – Tage ohne Schnee sind dabei nicht erlaubt.

Das Einschneien und Ausapern hat einerseits eine grosse Bedeutung, weil für die Gesellschaft eine schneebedeckte Landschaft zum Winter gehört (vor allem im touristischen Sinn). Andererseits sind Einschneien und Ausapern natürlich auch für Flora und Fauna von Wichtigkeit, weil dadurch häufig grosse Änderungen in den entsprechenden Ökosystemen ausgelöst werden. Drittens bedingt das Bestimmen von Einschneien und Ausapern vor allem ein korrektes Messen von Schnee oder keinen Schnee, was wiederum einen Einfluss auf die Leistung der Wettermodelle hat. Viele Schneehö-

henmessungen weltweit werden nämlich auch als Eingangsgrösse für Wettermodelle verwendet. Absolut gesehen, ist der Unterschied von 0 oder ein paar wenigen Zentimetern Schneehöhe sehr klein, in der Praxis ist er aber häufig entscheidend. Ein schneebedeckter Boden reflektiert den grössten Teil der Sonnenstrahlung und beeinflusst dadurch die Energiebilanz, welche wiederum für unser Wettergeschehen mitbestimmend ist.

Lokale Einflüsse

Das Einschneien und Ausapern ist viel stärker vom genauen Messstandort abhängig als z.B. die mittlere Schneehöhe. So können die beiden Termine z.B. in einem leicht nach Süden geneigten Messfeld gegenüber einem horizontalen Messfeld leicht um mehrere Tage verschieden sein. Veränderungen über die Zeit können darum teilweise auch durch eine mögliche Verschiebung des Messstandortes oder eine Veränderung der Messumgebung beeinflusst sein. Das Ausaperungsdatum reagiert normalerweise empfindlicher auf solche Veränderungen, weil es die Bedingungen des ganzen Winters widerspiegelt.

Am Beispiel des Messfeldes Davos Flüelastrasse wird im Folgenden gezeigt, dass eine Veränderung der Messfeldumgebung in Kombination mit den aussergewöhnlichen Witterungsbedingungen im Frühwinter 2015/16 durchaus auch einen Einfluss auf das Einschneidatum haben kann. Das

Messfeld Davos Flüelastrasse befindet sich seit dem Winter 2000/01 nordöstlich des SLF auf einer Wiese. Dank der unmittelbar daneben liegenden IMIS-Station mit automatischer Schneehöhenmessung konnten die Messungen korrigiert werden, so dass die in diesem Kapitel gezeigten Analysen aufgrund der korrigierten Daten erfolgt sind. Das Beobachter-Messfeld wird im Südwesten von einem Maschendrahtzaun und einer Reihe von kleinen Rottannen begrenzt. Diese Bäume wurden ca. 1997 als kleine Setzlinge gepflanzt und sind aktuell ca. 5 bis 8 m hoch. Zusammen mit dem Maschendrahtzaun wirken die Bäume zunehmend als Schneefang aufgrund der nordöstlichen Hauptwindrichtung. Im Winter 2015/2016 haben zudem mit grosser Wahrscheinlichkeit ein im Sommer 2015 ausgeführter Anbau des ebenfalls im Südwesten

gelegenen Hauses des SLF-Beobachters und ein erstmals ebenfalls hinter den Bäumen angehäufter Schneeräumhaufen als Schneefang gewirkt. All diese Hindernisse haben dazu geführt, dass bereits die geringen Schneefälle Ende November und Anfang Dezember zu einer leicht erhöhten Schneehöhe im Messfeld geführt haben. Durch die anschliessende Schönwetterperiode ist der Schnee im sonnenbeschienenen Davoser Talboden bis Mitte Monat grösstenteils wieder geschmolzen (Abb. 77). Im Schatten blieb der Schnee aber auf Grund des flachen Sonnenstandes teilweise liegen. So auch im Messfeld im Schatten des Hauses und der Tannen (Abb. 78). Das Einschneidatum wäre dadurch (ohne Korrektur) bereits am 21. November statt am 3. Januar gewesen, wie es auf Grund der Beobachtungen in der Talebene zu erwarten gewesen wäre.



Abbildung 77: Schneebedeckung in Davos Dorf am 29. Dezember 2015. Der Standort des Messfeldes ist rot eingekreist (Foto: SLF/C. Marty).



Abbildung 78: Schneebedeckung in der Umgebung des Messfeldes (rot) am 29. Dezember 2015 (Foto: SLF/C. Marty).

Die Kombination von Schattenwurf und Schneefang während der darauffolgenden Monate führte zu einer bis zu 20 cm grösseren Schneehöhe am Pegel als an der IMIS-Station. Dadurch aperte der Pegel vier Tage später (15. April statt 11. April) aus als die IMIS-Station (Abb. 79). Ein solcher Unterschied für das Ausaperungsdatum an zwei so nahe gelegenen Punkten ist nichts Spezielles und dank der warmen Temperaturen und des kleineren Schattenwurfs zu dieser Jahreszeit nicht allzu gross. Der Unterschied von 42 Tagen für das Einschneidatum ist dagegen aussergewöhnlich gross, weil die Kombination von Wärme und anschliessender Trockenperiode zu dieser Jahreszeit ziemlich selten ist.



Abbildung 79: Am 12. April 2016 ist nur noch das Messfeld schneebedeckt. Die weitere Umgebung ist grösstenteils schneefrei (Foto: SLF/C. Marty).

Aufgrund der im Winter 2015/16 gemachten Beobachtungen und Erfahrungen wurde das Messfeld auf Winter 2016/17 weg von den Bäumen und dem Haus ca. 10 m Richtung Nordosten verschoben. Der Pegel liegt somit neu auf halber Distanz zwischen Fussweg und IMIS-Mast.

Situation im Winter 2015/16

Wenn wir das Einschneidatum des Winters 2015/2016 an repräsentativen Stationen im Vergleich zur langjährigen Statistik analysieren, so sehen wir als erstes, dass das Einschneien eine grosse Variabilität (frühestes / spätestes Datum) aufweisen kann. Es bestehen fast drei Monate Unterschied zw. dem frühesten und spätesten Einschneidatum. Das mittlere Einschneidatum (1981-2010) all dieser Stationen zwischen 1400 und 1700 m ist dagegen erstaunlich einheitlich (ca. 20. November). Ähnlich einheitlich scheint auf der Alpennordseite das früheste Einschneien im Oktober 1974 stattgefunden zu haben. Auf der Alpensüdseite ist es dagegen der Oktober 1981, der den Winter mit dem frühesten Einschneien kennzeichnet. Das späteste Einschneien ist dagegen weniger einheitlich, ist aber auf der Alpennordseite häufig der Dezember/Januar 1989/90, auf der Alpensüdseite und im Engadin anfangs Jahr 2015 oder 2002.

Das Einschneien im Winter 2015/16 war trotz der frühwinterlichen Schneearmut in den westlichen und zentralen Schweizer Alpen am 21. November, was ziemlich genau dem Mittelwert entspricht (Tab. 13). Die Schneefälle Ende November waren in diesen Regionen grösser als im Osten, so dass in den Tallagen eine dünne Schneedecke vielerorts erhalten blieb. In Graubünden, und dort vor allem in Mittelbünden, schmolz die Schneedecke bis Weihnachten vielerorts wieder ganz weg. Dies hat dazu geführt, dass das Einschneien an den Stationen Bivio, Davos und Splügen so spät wie noch nie stattgefunden hat. Die Alpensüdseite und das Engadin erhielten noch weniger Niederschlag als der Osten, so dass sich auch dort erst am 3. Januar eine durchgehende Schneedecke bilden konnte, was in diesen Regionen zwar auch aussergewöhnlich, aber nicht einmalig ist.

Tabelle 13: Mittleres, frühestes, spätestes und aktuelles (2015/16) Einschneien an sechs repräsentativen Stationen zwischen 1400 und 1700 m

Einschneien	Mürren 1650 m	Fionnay 1500 m	Andermatt 1440 m	Davos 1560 m	Bosco Gurin 1530 m	Samedan 1710 m
2015/16	21.11.2015	21.11.2015	21.11.2015	03.01.2016	03.01.2016	03.01.2016
Mittel	27. Nov	20. Nov	16. Nov	20. Nov	18. Nov	19. Nov
Frühest	04.10.1974	08.10.1974	06.10.1974	15.10.1974	22.10.1981	22.10.1981
Spätest	26.01.1990	23.12.1989	26.12.2014	20.12.1989	16.01.2015	06.02.2002

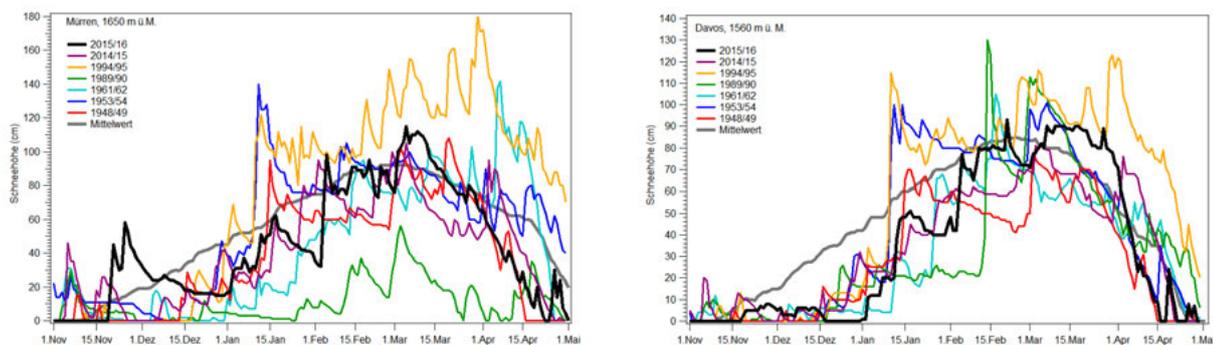


Abbildung 80: Schneearme Frühwinter in Mürren (BE, 1650 m) und in Davos (GR, 1560 m). Die schwarze Linie zeigt den aktuellen Winter. Die rekord-niedrigen Schneehöhen von Ende Dezember in Davos werden auch durch die alten Messreihen der Rhätischen Bahn von Davos-Wolfgang (seit 1893) und Davos-Laret (seit 1943) bestätigt.

Aufschlussreicher für die frühwinterliche Schneearmut ist eine Rangliste, die den ganzen Monat Dezember berücksichtigt. Dazu wurde die relative Abweichung des Monatsmittelwerts der Schneehöhen vom langjährigen Durchschnitt (1981-2010) für alle Stationen mit Messungen seit mindestens 1953 berechnet. Basierend auf dem Median dieser Abweichungen über alle Stationen ($n=67$) finden wir folgende Rangliste: 1989 (5 %), 2015 (6 %), 1953 (15 %), 1994 (17 %), 1948 (21 %). Das heisst die mittlere Schneehöhe im Dezember 1989 betrug nur 5 % des langjährigen Durchschnitts. Der Dezember 2015 landet auf Rang 2, weil Anfang Dezember im Gegensatz zu 1989 vor allem in den Voralpen noch Schnee von der letzten Schneefallperiode (21.- 23. November) vorhanden war. Für Stationen oberhalb 1700 m liegt der Dezember 1948, vor 2015 und 1953. Wie Abb. 80 zeigt, sind regionale Unterschiede in solch schneearmen Frühwintern nichts Aussergewöhnliches. In Mittelbünden war die frühwinterliche Schneearmut 2015/16 viel aus-

geprägter als am westlichen Alpennordhang. Das Beispiel Mürren im Dezember 2015 zeigt, dass schneearme Festtage auch bei einem normalen Einschneitermin auftreten können.

Im Gegensatz zum Einschneien hängt das Ausapern von den lokalen Witterungsbedingungen der vergangenen Monate ab. Das Ausaperungsdatum zeigt darum generell grössere Unterschiede von Station zu Station als das Einschneidatum. Hingegen sind die Unterschiede zwischen frühestem und spätestem Ausapern (ca. 2 Monate, mit Ausnahme von Bosco Gurin am Alpensüdhang) leicht kleiner. Im Winter 2015/16 erfolgte das Ausapern aufgrund des warmen Aprils an den meisten Stationen 1-2 Wochen früher als normal (Tab. 14). An der hochgelegenen Station Weissfluhjoch (2540 m) war es aufgrund des kühlen und niederschlagsreichen Mai aber leicht verzögert.

Tabelle 14: Mittleres, frühestes, spätestes und aktuelles (2015/16) Ausapern an 6 repräsentativen Stationen zwischen 1400 und 1700 m

Einschneien	Mürren 1650 m	Fionnay 1500 m	Andermatt 1440 m	Davos 1560 m	Bosco Gurin 1530 m	Samedan 1710 m
2015/16	22.04.2016	28.04.2016	15.04.2016	10.04.2016	10.04.2016	07.04.2016
Mittel	29. Apr	1. Mai	1. Mai	25. Apr	25. Apr	13. Apr
Frühest	25.03.1990	09.04.2011	31.03.2011	17.03.1991	19.03.2000	21.03.2002
Spätest	01.06.1970	30.05.1970	03.06.1975	18.05.1970	08.06.1951	09.05.1979

Veränderungen über die Zeit

Bezüglich langjähriger Trends zeigen beide vorgängig erwähnten Arbeiten eine schwache Tendenz zu späterem Einschneien und einen relativ klaren Trend zu früherem Ausapern. Abb. 81 zeigt eine Auswertung für 45 Stationen mit langjährigen Messungen zwischen 1955 und 2014 (60 Jahre). Sta-

tionen mit statistisch signifikanten Trends zeigen alle ein früheres Ausapern. Die grosse Mehrheit der Stationen zeigt auch ein späteres Einschneien – der Trend ist aber weniger stark. Die angesprochene Empfindlichkeit der zeitlichen Trends gegenüber möglichen Veränderungen in der Messumgebung ist wahrscheinlich der Hauptgrund für die gegenläufigen Trends an 15 % aller Stationen. Die Stationen

zeigen dabei keine Höhenabhängigkeit in der Stärke der Veränderungen, weil es an hohen Stationen generell früher im Jahr einschneit und später aus-

apert, d.h. zu Zeitpunkten, an welchen das sonst übliche Argument mit kälteren Wintertemperaturen nicht mehr zum Tragen kommt.

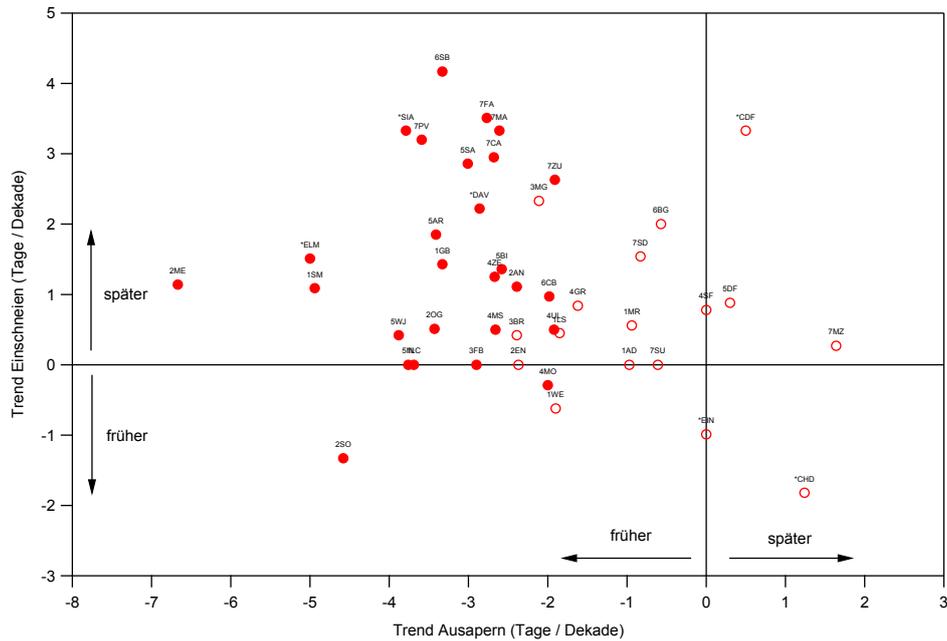


Abbildung 81: Trend des Einschnei- und Ausaperungsdatums an 45 SLF- und Meteoschweiz-Stationen für die 60 Jahre zwischen 1955 und 2014. Stationen mit statistisch signifikantem Trend für das Ausapern (10 % Niveau) sind mit ausgefüllten Kreisen dargestellt

Grosslawinen: zwei Beispiele aus dem Winter 2015/16

Benjamin Zweifel, Lukas Stoffel, Yves Bühler

Obwohl im Winter 2015/16 allgemein keine ausserordentliche Lawinenaktivität zu verzeichnen war, gab es vereinzelt Lawinen von besonders grossem Ausmass. Die nachfolgenden zwei Beispiele zeigen interessante Aspekte für die Modellierung und stellen die Bedeutung von grossen und sehr grossen Lawinen für die Praxis dar.

Der Winter 2015/16 war geprägt von einer schwachen Altschneedecke, die sich vor allem in Schattlagen oberhalb von rund 2200 bis 2400 m im sehr schneearmen Frühwinter durch aufbauende Schneeuwandlung gebildet hatte. Mit den Schneefällen ab Januar wurden diese schwachen Schichten eingeschneit und vor allem in Graubünden, teils aber auch im Wallis, entstand ein Altschneeproblem. Im weiteren Winterverlauf sank allerdings die Auslösebereitschaft von Lawinen in den schwachen Basisschichten und das Altschneeproblem trat insbesondere im Westen in den Hintergrund. Die schwachen Basisschichten der Schneedecke wurden so mächtig überdeckt, dass es kaum mehr Lawinenauslösungen in diesen Schichten zu vermelden gab.

In den zwei beschriebenen Beispielen wurden aber – verbunden mit markanten Niederschlagsereignissen – Lawinen in tiefliegenden Schwachschichten ausgelöst, die dann ausserordentlich grosse Aus-

masse erreichten. Ein wichtiger Grund für diese grossen Lawinenausmasse dürfte gewesen sein, dass sowohl im Anrissgebiet als auch in der Lawinenbahn die Schneedecke bis auf die schwache Basisschicht mitgerissen wurde. Die ausserordentlichen Lawinenauslaufstrecken der beiden nachfolgend beschriebenen Ereignisse schienen auf den ersten Blick überraschend. Nachfolgend haben wir versucht, die beiden Lawinen nachzurechnen. Die Lawinenberechnungen mit RAMMS zeigen, dass es sich tatsächlich um seltene Lawinen mit Wiederkehrdauern von ca. 50 Jahren (Beispiel 1), resp. gegen 100 Jahren (Beispiel 2) gehandelt haben dürfte.

Im Weiteren zeigen wir hier, wie die Gefahr von grossen und sehr grossen Lawinen im Bereich von Schneesportgebieten aber auch im Tourenbereich berücksichtigt werden kann, aber auch wo die Grenzen der Lawinenvorhersage liegen.

Lawinengrössen

In Europa werden Lawinen nach einer einheitlichen Klassifikation der Lawinengrösse – definiert durch die Europäischen Lawinenwarndienste – in fünf verschiedene Grössen eingeteilt. Die Lawinen werden klassifiziert nach Schadenspotenzial, Auslauflänge und Dimension (vgl. Tabelle 15).

Tabelle 15: Klassifikation Lawinengrösse

Grösse	Schadenspotential	Reichweite	Typische Länge und Volumen
Grösse 1: Rutsch	geringe Verschüttungsgefahr; Absturzgefahr	bleibt typischerweise im Hang stehen	ca. 10 bis 30 m; 100 m ³
Grösse 2: kleine Lawine	kann eine Person verschütten, verletzen oder töten	erreicht typischerweise den Hangfuss	ca. 50 bis 200 m; 1000 m ³
Grösse 3: mittlere Lawine	kann Pkw's verschütten und zerstören, schwere LKW's beschädigen; kann kleine Gebäude zerstören und einzelne Bäume brechen	überwindet flachere Geländeteile (deutlich unter 30 Grad) über eine Distanz von weniger als 50 m	mehrere 100 m; 10'000 m ³
Grösse 4: grosse Lawine	kann schwere LKW's und Schienenfahrzeuge verschütten und zerstören; kann grössere Gebäude und kleine Waldflächen zerstören	überwindet flachere Geländeteile (deutlich unter 30 Grad) über eine Distanz von mehr als 50 m; kann den Talboden erreichen	ca. 1 bis 2 km; 100'000 m ³
Grösse 5: sehr grosse Lawine	kann die Landschaft verwüsten; katastrophales Zerstörungspotenzial möglich	erreicht den Talboden; grösste bekannte Lawine	ca. 3 km; > 100'000 m ³

Modellierung von Lawinen mit RAMMS

Bei Gefahrenbeurteilungen werden heute Modellierungen standardmässig durchgeführt. Das primäre Ziel von Modellierungen ist einerseits im Rahmen der Gefahrenkartierung Auslaufstrecken von Lawinen zu berechnen und andererseits Lawineneinwirkungen für die Bemessung von gefährdeten Objekten festzulegen. Bei der Gefahrenkartierung werden Lawinen mit Wiederkehrdauern bis 300 Jahre berücksichtigt. In der Schweiz wird für Modellierungen das am SLF entwickelte Lawinenberechnungsprogramm RAMMS::AVALANCHE eingesetzt⁹.

Für die nachfolgende Modellierung wurde sowohl RAMMS::AVALANCHE als auch dessen Forschungsversion RAMMS::EXTENDED verwendet. RAMMS basiert auf dem Voellmy-Salm Ansatz, d.h. ein Lawinenvolumen fliesst auf dem Gelände (repräsentiert durch ein digitales Geländemodell DEM) und kommt aufgrund von Reibung (Parameter μ = Bodenreibung und ξ = turbulente Reibung im Innern der Lawine) zum Stillstand.

Für die RAMMS Berechnungen sind vor allem die Anrissmächtigkeit d_0 , das gewählte Anrissgebiet (Ort, Grösse und Form) sowie die Reibungswerte μ und ξ entscheidend. Typischerweise werden Lawinen mit Wiederkehrdauern von 10, 30, 100 oder 300 Jahren berechnet. Die Reibungsparameter sind für diese Wiederkehrdauern mit Hilfe

von gut dokumentierten Lawinenereignissen kalibriert worden. Die Anrissmächtigkeit d_0 wird aus dem 3-tägigen Schneedeckenzuwachs einer langjährigen Schneemessreihe der Region berechnet (Grundlage Extremwertstatistik) und auf die Höhe der Anrissgebiete inkl. deren Hangneigung umgerechnet. Die Grösse und Länge des Anrissgebietes ist gutachterlich, auch aufgrund der gewählten Wiederkehrdauer und der Geländebeziehungen auszuscheiden. Lawinen brechen in zwischen 28 und 50 Grad geneigtem Gelände an, wobei bei RAMMS-Berechnungen oft nicht das ganze potentielle Anrissgebiet berücksichtigt wird.

In den letzten Jahren wurde am SLF die Forschungsversion RAMMS::EXTENDED entwickelt, mit dem Staub-, Nassschnee- und Kleinlawinen unter Berücksichtigung von Schnee-Erosion und Temperatur berechnet werden können. Dieses neue Modell wird im Moment intensiv am SLF getestet. In RAMMS::EXTENDED werden typischerweise eher grössere Anrissmächtigkeiten (die z.B. bei aufgetretenen grossen oder sehr grossen Lawinen beobachtet wurden) verwendet. In den zwei folgenden Beispielen wurde das gleiche Anrissgebiet wie für RAMMS::AVALANCHE verwendet. Zusätzlich sind u.a. Annahmen zur Schneedichte, Reibung, zur Schneeaufnahme in der Sturzbahn und im Auslauf, sowie zur Temperatur der Schneedecke zu machen.

⁹Mehr Informationen zu RAMMS sind auch unter <http://www.slf.ch> > Organisation > Warnung und Prävention > Projekte > RAMMS abrufbar

Beispiel 1: Corvatsch, 06.03.2016

Bei Lawinensicherungsarbeiten wurde im Schneesportgebiet Corvatsch eine 2 km lange Lawine ausgelöst, die bis zu Pisten und Seilbahnanlagen vordrang. Ein altes Skilifhäuschen wurde zerstört und eine Markierungstafel beschädigt. Zum Zeitpunkt des Lawinenabganges war die Piste Rabgiusa gesperrt. Im vordersten Auslaufbereich erreichte die Lawine aber den Skilift Margun und die angrenzende Piste, welche in Betrieb waren. Glücklicherweise kamen keine Personen zu Schaden.

Sprengaktion und Lawinenauslösung

Nach beträchtlichen Schneefällen wurden am Vormittag des 6. März Sicherungsarbeiten mittels Sprengungen vom Helikopter aus durchgeführt. Drei Sprengladungen wurden an den üblichen Zielen unter der Nordwestwand des Piz Corvatsch und des Piz Murtel gesetzt. Diese lösten eine Lawine aus, die über die Piste Rabgiusa bis zum Schlepplift Margun vorsties. Die Lawine war über 500 m breit, hatte stellenweise einen mehrere Meter hohen Anriss und eine Länge von 2 km (vgl. Abbildung 82 und 85). Im mittleren Bereich war der Anriss bis 5 m

mächtig (vgl. Abbildung 4). Es ist zu vermuten, dass dort aus der darüber liegenden Felswand während des ganzen Winters Schnee abgelagert wird. Die Sprengung führte dazu, dass sich auch bei dieser Lawine Schnee aus den darüber liegenden Felsen löste.

Während die Piste 13, Rabgiusa gesperrt war, war der Schlepplift Margun und die angrenzende Piste während dem Lawinenabgang offen (vgl. Abb. 85). Das Skilift-Trasse und die Piste wurden auf einer Länge von rund 20 m mit rund 30 cm Schnee verschüttet, Personen kamen keine zu Schaden. Im Bereich der Piste Rabgiusa wurde das stillgelegte Skilifhäuschen des ehemaligen Skiliftes Rabgiusa weggerissen und komplett zerstört (vgl. Abbildung 83). Des Weiteren wurde eine Pistenmarkierungstafel stark beschädigt (vgl. Abbildung 84).

Die Dimension der beschriebenen Lawine war selbst für Experten beeindruckend. Insbesondere die grosse Auslaufdistanz bis zum Skilift Margun war auch für die Beteiligten überraschend. Selbst der ehemalige Rettungschef, der über 30 Jahre im Gebiet tätig ist, kann sich nicht erinnern, die Lawine in einem solchen Ausmass gesehen zu haben.

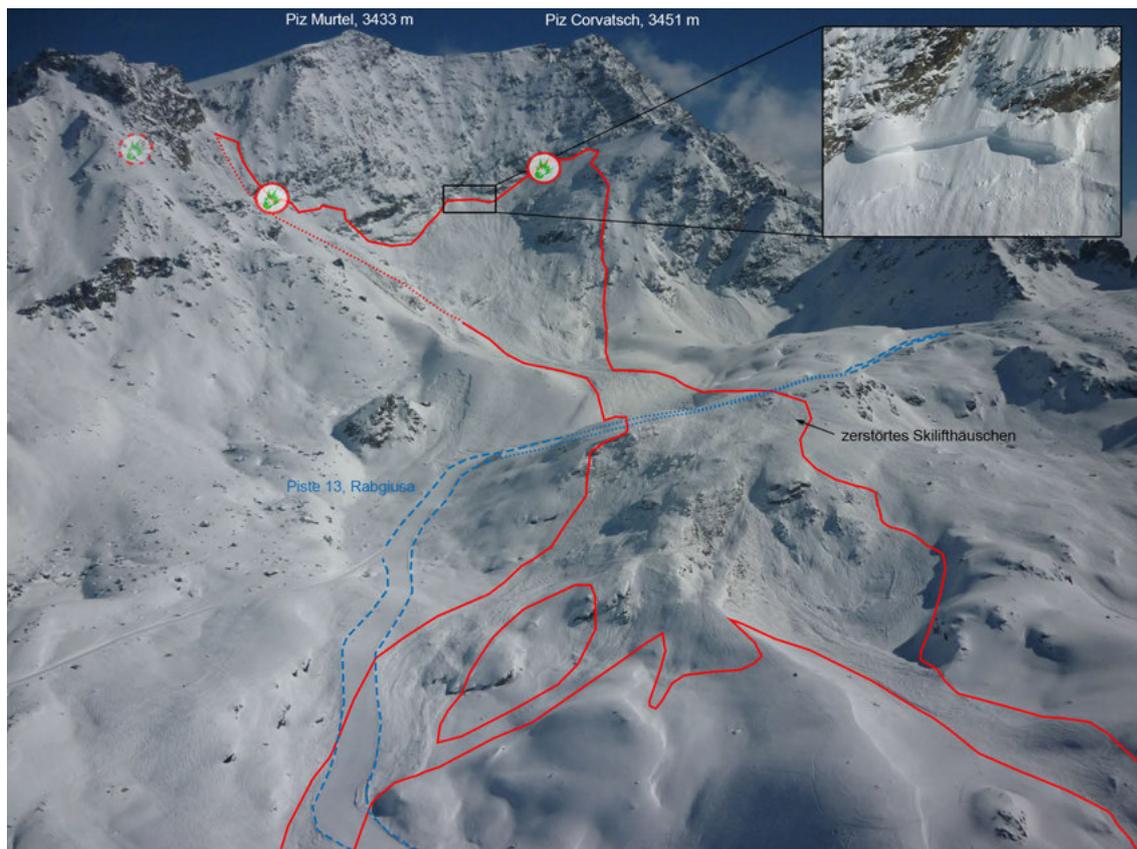


Abbildung 82: Lawine am Piz Corvatsch, GR mit der ungefähren Lage der Sprengpunkte (Sprengpunkt ganz rechts ist vom Gelände verdeckt) und Detailausschnitt des mittleren Anrissbereichs mit Anrisshöhen bis 5 m (geschätzt). Es ist auch der Ort eingezeichnet, wo das Skilifhäuschen weggerissen wurde. Die Piste 13, Rabgiusa war zum Zeitpunkt des Lawinenabganges aus Sicherheitsgründen gesperrt (Foto: A. Gloor, Helibernina, 14.03.2016).



Abbildung 83: Überreste des zerstörten Skilifhäuschens des ehemaligen Skiliftes Rabgiusa unterhalb der Piste 13, «Rabgiusa» (Foto: SLF/B. Zweifel, 08.03.2016).



Abbildung 84: Stark beschädigte Markierungstafel bei der Skipiste 13, Rabgiusa (Foto: SLF/B. Zweifel, 08.03.2016).

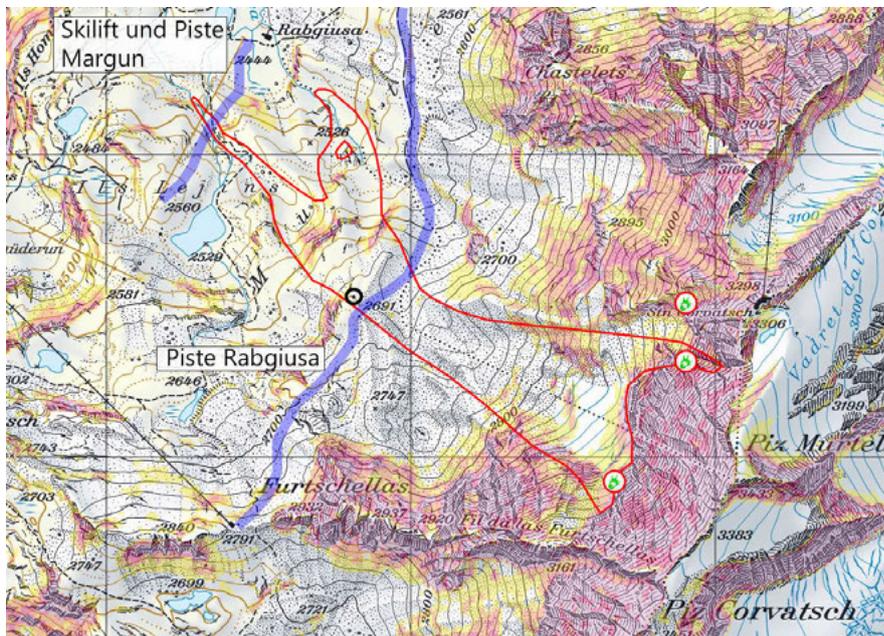


Abbildung 85: Kartenausschnitt mit der grossen Lawine am Piz Corvatsch (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000) mit den drei Sprengpunkten, die die Lawine ausgelöst hatten sowie dem Standort des zerstörten Skilifhäuschens.

Wetter, Schneedecke und Lawinensituation

Bis Anfang Januar 2016 lag im Oberengadin nur an Schattenhängen oberhalb von rund 2400 m wenig Schnee. Der erste Schnee fiel Anfang Januar, wobei auf dem Messfeld Murtel bei der Mittelstation der Corvatschbahn (2697 m, 2 km nordöstlich der Unfalllawine) vom 9. bis 12. Januar rund 50 cm Schnee registriert wurden. Anschliessend war es einen Monat praktisch trocken und der Schnee von Anfang Januar wurde aufbauend umgewandelt. Diese lockere, schwache Schicht wurde dann vom 6. bis 9. Februar mit rund 70 cm Neuschnee überdeckt und es entstand eine kritische Lawinensituation. In der Folge nahm zwar die Auslösebereitschaft von Lawinen im Altschnee etwas ab, die schwache Schicht, die vom Schneefall im Januar stammte, blieb aber bestehen. Am 4. und 5. März schnei-

te es dann im Süden intensiv. Auf dem Messfeld der Vergleichsstation Murtel wurden in zwei Tagen 66 cm Neuschnee gemessen, zeitweise schneite es mit bis zu 9 cm pro Stunde sehr intensiv. Es entstand eine kritische Lawinensituation mit hoher Lawinenaktivität. Der SLF-Beobachter schrieb am Morgen des 6. März folgenden Kommentar: «Gestern Abend guter Sprengerfolg zwischen 2600 und 3000 m. Zum Teil grosse Lawinen. Heute Morgen ebenfalls guter Erfolg. Viele Spontane Lawinen in allen Expositionen.» Im Lawinenbulletin wurde die Gefahr am 5. März als Gross, am 6. März als Erheblich prognostiziert. Am 6. März wurden frühmorgens auf 2700 m -11°C gemessen.

Modellierung der Lawine Corvatsch

Mit RAMMS::AVALANCHE wurden folgende Annahmen für die Berechnung einer 30-jährlichen und 100-jährlichen Lawine getroffen:

- Anrissmächtigkeit $d_0 = 1.35$ m (30 J.) und 1.50 m (100 J.) (mittlere Anrissmächtigkeit über das ganze Anrissgebiet)
 - Anrissgebiet unter der Felswand, siehe Abb. 86
 - Reibungswerte 30 J. und 100 J.
 - Anrissfläche 98'000 m², Hangneigung 35 Grad
- Abb. 87 zeigt die Umriss einer simulierten ca. 30-jährlichen Lawine. Am Geländerücken Punkt

2691 m wird ein Lawinenarm Richtung Nordosten dargestellt, wie er am 6. März nicht aufgetreten ist. Der nordwestliche Lawinenarm gegen den Schlepplift Margun ist kürzer als der beobachtete Lawinenarm.

Abb. 88 stellt die Umriss einer ca. 100-jährlichen Lawine dar. Auch hier wird am Geländerücken Punkt 2691 m ein Lawinenarm Richtung Nordosten berechnet, wie er am 6. März nicht aufgetreten ist. Der nördliche Lawinenarm gegen Rabgiusa ist nun jedoch länger als der beobachtete Lawinenarm.

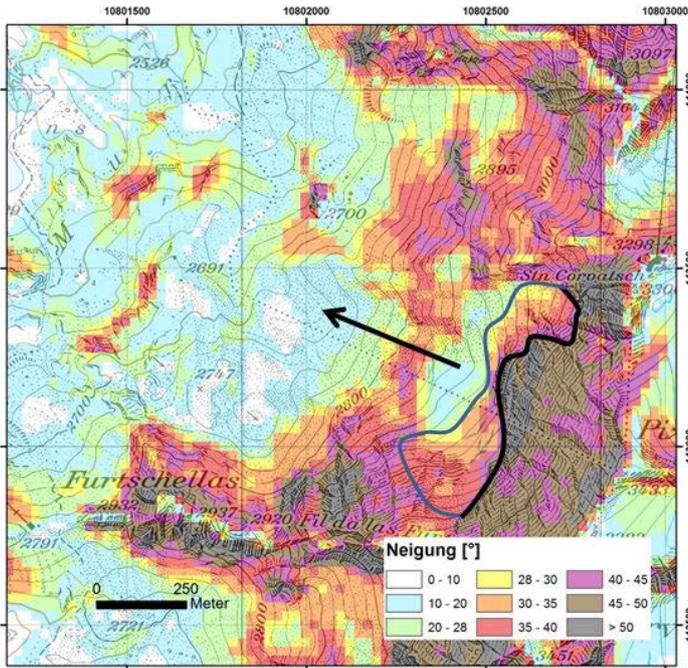


Abbildung 86: Für die RAMMS-Berechnung berücksichtigtes Anrissgebiet unterhalb der Felsen: Gewähltes Szenario für die 100-jährlichen Lawine, mit einer durchschnittlichen Neigung von 35 Grad. Ein zweites, darunterliegendes Anrissgebiet wurde für die Berechnung nicht berücksichtigt. Die Anrisslinie (= schwarze Linie) ist ca. 750 m lang.

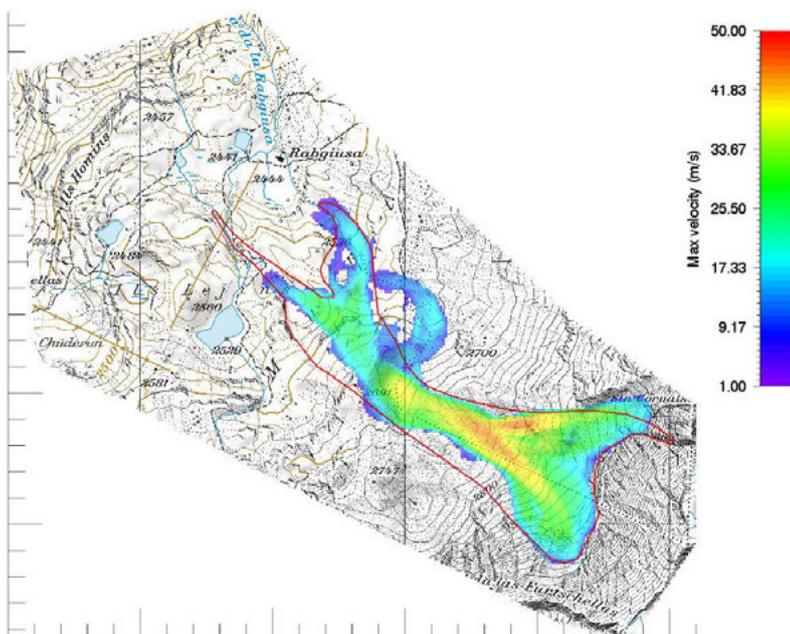


Abbildung 87: RAMMS::AVALANCHE Berechnung einer ca. 30-jährlichen Lawine (Anrissmächtigkeit d_0 : 1.35 m, Anrissvolumen: 135'000 m³, Reibungswerte: 30 Jahre, «Large»). Dargestellt ist die maximale Geschwindigkeit des Fließanteils (Farbabstufung) sowie der beobachtete Umriss (rote Linie).

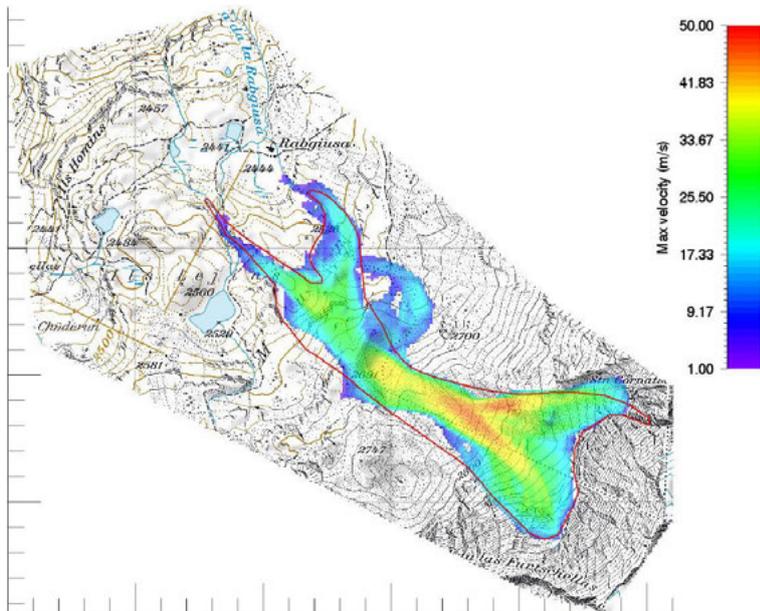


Abbildung 88: RAMMS::AVALANCHE Berechnung einer ca. 100-jährlichen Lawine (Anrissmächtigkeit d_0 : 1.50 m, Anrissvolumen: 165'000 m³, Reibungswerte: 100 Jahre, «Large»). Dargestellt ist die maximale Geschwindigkeit des Fließanteils (Farbabstufung) sowie der beobachtete Umriss (rote Linie).

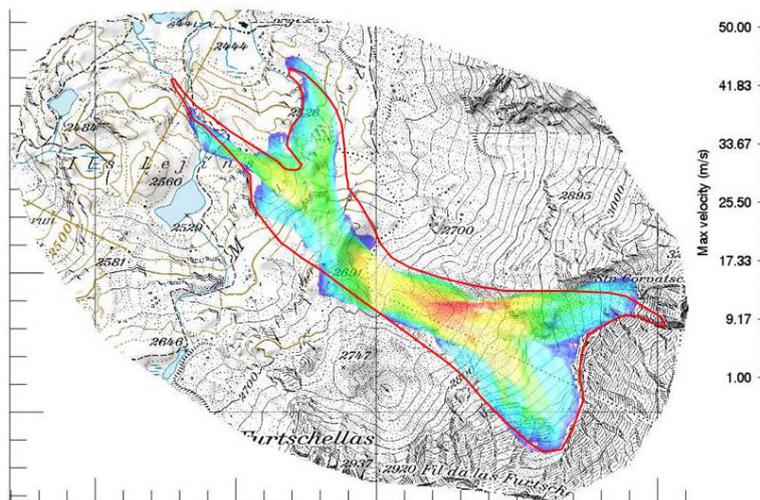


Abbildung 89: RAMMS::EXTENDED Lawinenberechnung (Anrissmächtigkeit d_0 : 1.90 m, Anrissvolumen: 190'000 m³, Dichte: 200 kg/m³). Dargestellt ist die maximale Geschwindigkeit des Fließanteils (Farbabstufung) sowie der beobachtete Umriss (rote Linie).

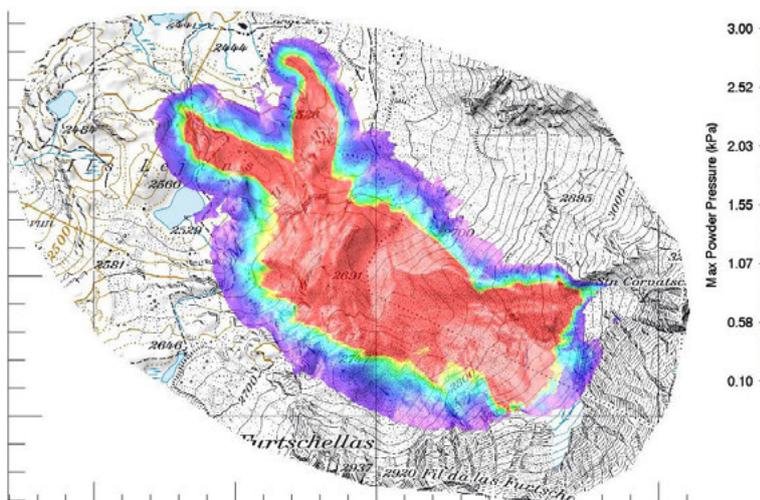


Abbildung 90: RAMMS::EXTENDED Lawinenberechnung (Anrissmächtigkeit d_0 : 1.90 m, Anrissvolumen: 190'000 m³, Dichte: 200 kg/m³). Dargestellt ist der Staublawinendruck.

Die mit RAMMS::EXTENDED berechnete Lawine ist in Abbildung 89 und 90 ersichtlich. Gewählt wurde das gleiche Anrissgebiet gemäss Abb. 86, jedoch eine grössere Anrissmächtigkeit. Die grössere Anrissmächtigkeit d_0 von 1.90 m dürfte eher der aufgetretenen Lawine entsprechen.

Bemerkungen zu den Lawinenberechnungen

Aufgrund der RAMMS::AVALANCHE Berechnungen lässt sich abschätzen, dass die aufgetretene Lawine eine Wiederkehrdauer von ca. 50 Jahren haben dürfte. Dies entspricht auch in etwa der Einschätzung des langjährigen Rettungschefs, wobei es in Gebieten, in denen oft Einsätze der künstlichen Lawinenauslösung durchgeführt werden, schwierig ist, Lawinenwiederkehrdauern abzuschätzen. Am Geländerücken 2691 m wird etwas viel Lawinenmasse nach Norden und Nordosten abgelenkt, weshalb der berechnete nordwestliche Lawinenarm gegen den Schlepplift Margun im Vergleich zur aufgetretenen Fliess-/Staublawine etwas zu kurz ist.

Die mit RAMMS::EXTENDED berechnete Lawine kommt den beobachteten Umrissen der aufgetretenen Lawine am nächsten. Der Unterschied zu RAMMS::AVALANCHE kommt u.a. daher, dass in RAMMS::EXTENDED mehr Volumen in die Berechnung eingeht (wie unter natürlichen Bedingungen) und deshalb, auch wegen des in der Sturzbahn aufgenommenen Schnees mehr Masse den Geländerücken überfließt. In RAMMS::EXTENDED sind aber deutlich mehr Eingabeparameter zu wählen als in RAMMS::AVALANCHE. Bereits leichte Änderungen der Parameter können in RAMMS::EXTENDED zu beträchtlichen Resultatunterschieden führen, weshalb dieses Modell für die Praxis in dieser Form noch nicht geeignet ist.

Merkmale grosse Lawinen im Skigebiet

Für Sicherungsdienste in Schneesportgebieten stellt sich aufgrund von solchen Ereignissen die Frage, wie mit ausserordentlich grossen Lawinen umgegangen werden kann. Grundsätzlich können bei der Beurteilung der Lawinengefahr Überraschungen nie ausgeschlossen werden und gerade deshalb ist es wichtig, dass man sich im Rahmen des Sicherheitskonzepts für das Skigebiet Überlegungen zu Auslaufstrecken von grossen und sehr grossen Lawinen macht. Folgende Punkte sollten beachtet werden:

- Unterlagen wie Fotos, Lawinenkataster oder lawinentechnische Gutachten z.B. zu Seilbahnen, die grosse Lawinen dokumentieren, für alle Sicherheitsverantwortlichen verfügbar machen.

- Wissen von erfahrenden Mitarbeitern nutzen
- Bedingungen für grosse und sehr grosse Lawinen definieren (Neuschneesummen, Wind, Schneedeckenaufbau)
- Im Zweifelsfall Diskussion mit Experten (SLF) suchen. Modellierungen mit RAMMS können einen Anhaltspunkt über mögliche Lawinendimensionen geben.
- Durchführung von Sprengereinsätzen: Nach Grossschneefällen sollen Sprengereinsätze möglichst vor Inbetriebnahme des Schneesportgebietes durchgeführt werden. Es kann sein, dass dabei infolge Nebels bestimmte Anrissgebiete nicht gesichert werden können. Falls aufgrund einer Wetterbesserung später am Tag Sprengereinsätze durchgeführt werden, ist auf eine genügend weiträumige Abspernung zu achten. Unter Umständen sind Anlagen ausser Betrieb zu nehmen und auf den gesperrten Pisten sind vor den Sprengungen Kontrollfahrten durchzuführen. Zudem ist die Koordination von Sprengereinsätzen mit den Einsätzen der Pistenmaschinenfahrer sehr wichtig.
- Sicherheitskonzept: Grundsätzlich ist für jedes Schneesportgebiet ein Sicherheitskonzept zu erstellen. Darin sollte ein Lawinenkataster für das zu beurteilende Gebiet und die Auslaufbereiche von extremen Lawinen enthalten sein. Für das Abschätzen von Auslaufbereichen von extremen Lawinen wird zudem an kritischen Stellen eine Modellierung mit dem Lawinenberechnungsprogramm RAMMS empfohlen. Ein Muster für ein solches Sicherheitskonzept mit hilfreichen Vorlagen wird von Seilbahnen Schweiz zur Verfügung gestellt (Darms, 2016)¹⁰.

Im Weiteren können folgende Gebiete und Verhältnisse die Entstehung von grossen und sehr grossen Lawinen begünstigen:

- Komplexe, grosse Anrissgebiete; mögliche Mehrfachlawinen
- Offene, steile Lawinenbahnen bzw. Anrissgebiete
- Kanalisierte Lawinenbahnen
- Keine bisherigen Sprengerefolge
- tief liegende, grossflächige Schwachschichten.

¹⁰Darms, G. (2016). Muster für ein Sicherheitskonzept Lawinen in einem Schneesportgebiet. *Seilbahnen Schweiz, Bern*. Download: www.seilbahnen.org > Service > Downloads > Lawinen und Recht

Beispiel 2: Läntagletscher, 19.04.2016

Am 19. April ging auf der Nordseite des Rheinwaldhorns, GR eine Lawine ab, die eine aussergewöhnlich lange Auslaufstrecke hatte; die Lawine war insgesamt über 3 km lang. Vermutlich konnte diese lange Auslaufstrecke nur dank einer durchnässten Schneedecke im Auslaufbereich und dem kanalisierten Abfluss erreicht werden. Schäden gab es keine.

Wetter, Schneedecke und Lawinenabgang

Der folgende Bericht (in leicht gekürzter Fassung) stammt vom erfahrenen Berggänger und Hüttenwart der Läntahütte Thomas Meier: «In der Woche 16 ereignete sich am Rheinwaldhorn ein beeindruckender Lawinenabgang, der in dieser Dimension an diesem Berg noch nie beobachtet werden konnte. Zahlreiche Bergführer und regionale Gebietskenner äusserten sich überrascht und beeindruckt von der Dimension dieses Ereignisses. Zwar gab es am Läntagletscher auch in der Vergangenheit grössere Schneebrettlawinen, die mehr oder weniger den ganzen unteren Gletscherteil im Bereich der Felsstufe abgeräumt haben. Die Ablagerungen blieben dann aber immer im Bereich der Gletscherzunge liegen. Diese Lawine riss viel weiter oben im eher flacheren Teil an und der Auslauf erstreckte sich weit in das Tal hinab (vgl. Abbildung 91, 92 und 93).



Abbildung 91: Anrissbereich der Lawine. Die Fotos entstanden über eine Woche nach dem Lawinenabgang, nachdem bereits wieder Neuschnee (bis in tiefe Lagen) unter teils starker Windeinwirkung gefallen war. Am 17. oder 18. April rutschte als erstes ein spontanes Schneebrett aus dem westlichen Gletscherbereich (gelber Anriss) auf die darunter liegende Gletschermitte. Die grosse Lawine (rote Anrisslinie) glitt dann am 19. April ab (Foto: T. Meier, 28.04.2016).

Alle Niederschläge in den ersten beiden Wochen des Aprils erreichten die Rheinwaldhorngruppe mit

südlichen Höhenströmungen. Während der Niederschlag oberhalb von 2600 m stets in Form von Schnee fiel, regnete es unterhalb dieser Höhe oft und ergiebig. Die obersten Schichten der Altschneedecke wurden massiv durchfeuchtet. Am 16. und 17. April brachte eine erneute Front teils anhaltende Niederschläge, begleitet von starken bis stürmischen Winden aus Süd bis Südwest. Die Schneefallgrenze stieg dabei bis auf 2800 m an und fiel in der Nacht vom 17. auf den 18. April wieder unter 2500 m. In dieser Zeit wurde im oberen Gletscherteil nicht nur viel Neuschnee, sondern im Lee des Felsgrates zwischen Rheinwaldhorn und Grauhorn auch viel Tribschnee abgelagert. In den tieferen Lagen begann wenig Neuschnee die durchnässte Altschneedecke und die darin gespeicherte Wärme zu isolieren.

Am 17. oder 18. April rutschte als erstes eine spontane Schneebrettlawine aus dem westlichen Gletscherbereich (auf den Abbildungen ist der Anriss gelb eingezeichnet) auf die darunter liegende Gletschermitte. Dort hatten sich inzwischen ebenso beträchtliche Mengen an Neu- und Tribschnee akkumuliert.

In einer Abfolge von Kettenreaktionen entleerten sich am 19. April wohl zuerst die Gletschermitte und dann die angrenzenden Ostbereiche des Gletschers als riesige, zuerst noch trockene Schneebrettlawine. Am Fusse des Felsriegels erreichte die Lawine dann die durchnässte Altschneedecke und glitt auf dieser soweit das flache Trogtal hinaus, bis die alte Stirnmoräne (von 1820) bei P. 2188 dem Abfluss Einhalt gebot (vgl. Abbildung 93). Das Wasser erklärt meines Erachtens die weite Auslaufstrecke und das schmale Band des Auslaufes in flaches Gelände.



Abbildung 92: Der lange schmale Auslauf der Lawine drang rund 2 km in relativ flaches Gelände bis auf 2200 m vor (Foto: T. Meier, 28.04.2016).

Ich habe ähnliches bisher nur in Spitzbergen und in Norwegen am Hardangerjøkul gesehen, wo Sulzströme enorme Distanzen zurücklegten und bei grosser Dimension auch kupiertes Gelände überfuhren und an der Stirn manchmal abrupt die Richtung wechselten oder bei aufgostauter, verlangsamter Stirn seitlich ausbrachen. Physikalisch faszinierend – alpinistisch verheerend, wenn man in vermeintlich sicherer Distanz die Gefährdung zu spät wahrnimmt.

Zum Zeitpunkt des Lawinenabganges am Län-tagletscher hielt sich auf Grund der nassen Witterung und der ungünstigen Schneebeschaffenheit zum Glück niemand in der hinteren Län-ta auf. So-mit gibt es leider keine direkte Beobachtung aber zum Glück auch keine Opfer dieses Ereignisses.»

Neben den speziellen Bedingungen mit der durch-nässten Schneedecke in der Sturzbahn und im Auslauf waren aber auch die nachfolgenden Fak-toren für das Auftreten der aussergewöhnlich gros-sen Lawine wichtig:

- Neben Bereichen des Anrissgebietes mit Nei-gungen über 30 Grad ist ein Grossteil nur ca. 28 Grad geneigt. In solch «flachen» Anrissge-bieten sind Lawinenanrisse selten, respektive es ist bekannt, dass sich viel Schnee ablagern kann, bevor es zum Anriss kommt.
- Vor dem Abgang schneite es im Unfallgebiet intensiv. Die 3-Tages-Neuschneesumme bei der IMIS-Station Piano del Simano (SIM2) be-trug ca. 70 cm (vgl. Abbildung 94). Zusätzlich fiel auf der Höhe der Station (2450 m) noch Niederschlag in Form von Regen, was bedeu-tet, dass im obersten Bereich des Anrissge-bietes (über 3000 m) noch mehr Schnee ge-fallen war. Die geschätzten Anrissmächtig-keiten bei der beobachteten Lawine waren grö-sser als 2-3 m.
- Zudem muss eine grossflächige Schwach-schicht in der Schneedecke auf dem Glet-scher oder am Übergang vom Gletscher zur Schneedecke vorhanden gewesen sein. Auf dieser Schwachschicht ist auch die eindrück-liche Lawine unterhalb des Péz Medel abge-gangen (siehe dritte Bild auf der Titelseite des Berichtes).

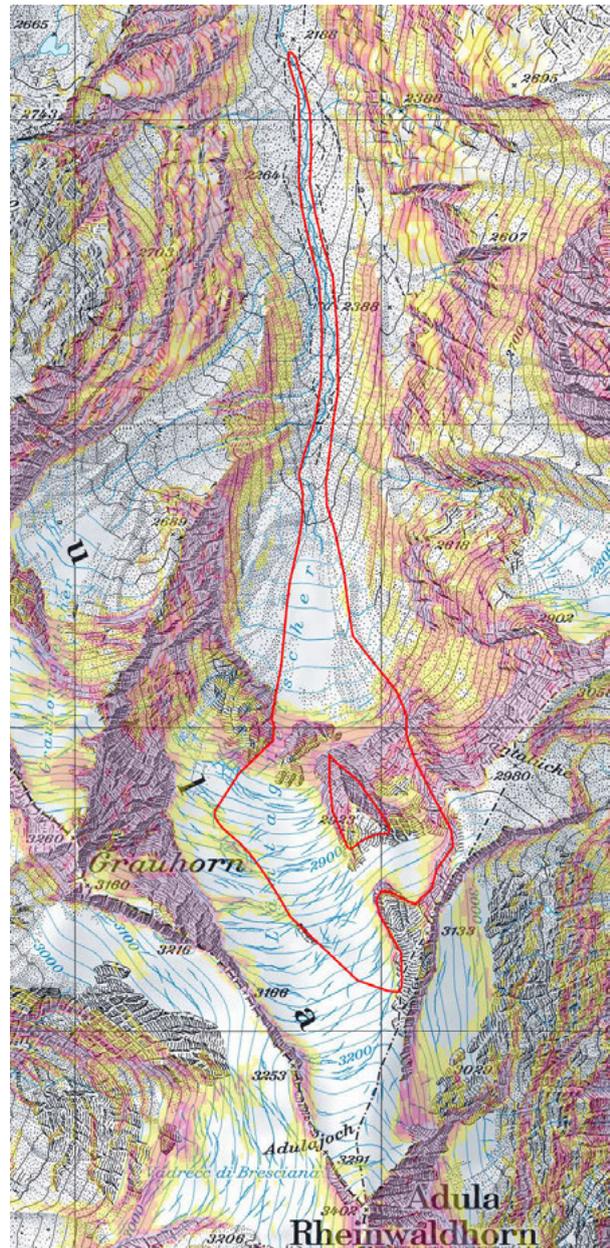


Abbildung 93: Kartenausschnitt mit der Lawine am Län-tagletscher (swisstopo-LK, abgebildet im Massstab 1:25'000). Die Lawine riss auf 3150 m an, endete auf 2200 m und erreichte eine Länge von über 3 km.



Abbildung 94: Verlauf der Schneehöhe (HS1, grün) sowie der Temperatur (TA, rot) an der IMIS Station Piano del Simano (SIM2) auf 2450 m, 6 km südwestlich der Lawine. Im April fiel immer wieder Schnee (blau markierte Perioden). Die Lawine glitt am 19. April (grau markiert) ab, wobei der genaue Abgangszeitpunkt nicht bekannt war. Am Vormittag des 19. ist eine markante Temperaturerhöhung aufgetreten.

Modellierung der Lawine Lântagletscher

Mit RAMMS::AVALANCHE wurden folgende Annahmen für die Berechnung einer 100-jährlichen Lawine getroffen:

- Anrissmächtigkeit $d_0 = 1.70 \text{ m}$ (100 J.)
- Anrissgebiet auf dem Gletscher, siehe Abb. 95
- Reibungswerte 100 J.
- Anrissfläche $245'000 \text{ m}^2$, Hangneigung 31 Grad

Abb. 96 zeigt die mit RAMMS::AVALANCHE berechnete ca. 100-jährliche Lawine. Sie fliesst breiter als die beobachtete Lawine, d.h. unter der Annahme einer schmaleren Fließbreite würde sie weiter vorstossen.

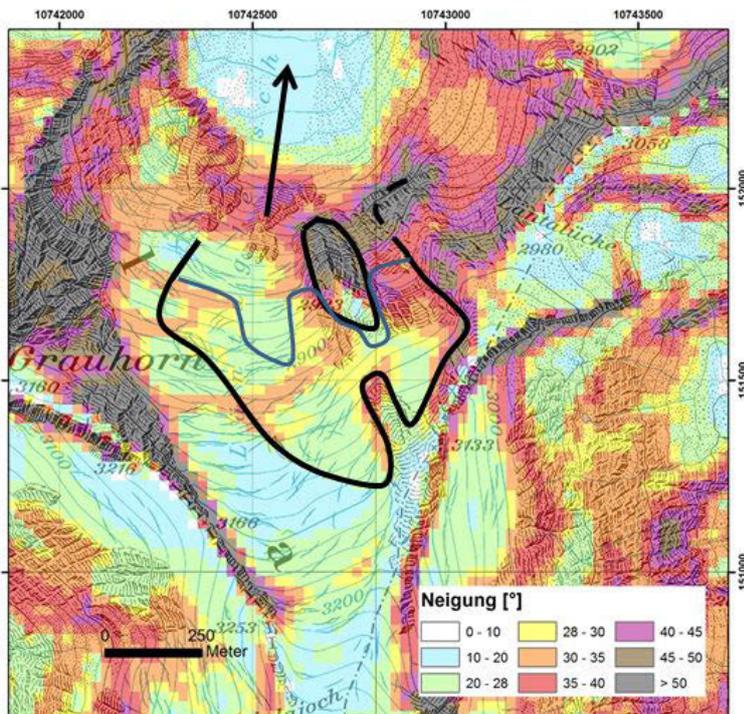


Abbildung 95: Für die RAMMS Berechnung berücksichtigtes Anrissgebiet auf dem Gletscher: Gewähltes Szenario für die 100-jährlichen Lawine, mit einer durchschnittlichen Neigung von 30 Grad. Vorhanden ist auch ein zweites, darunterliegendes Anrissgebiet, das nicht in die Berechnung eingeht. Der Anriss (= schwarze Linie, bis zur blau markierten Begrenzung) ist ca. 1400 m lang.

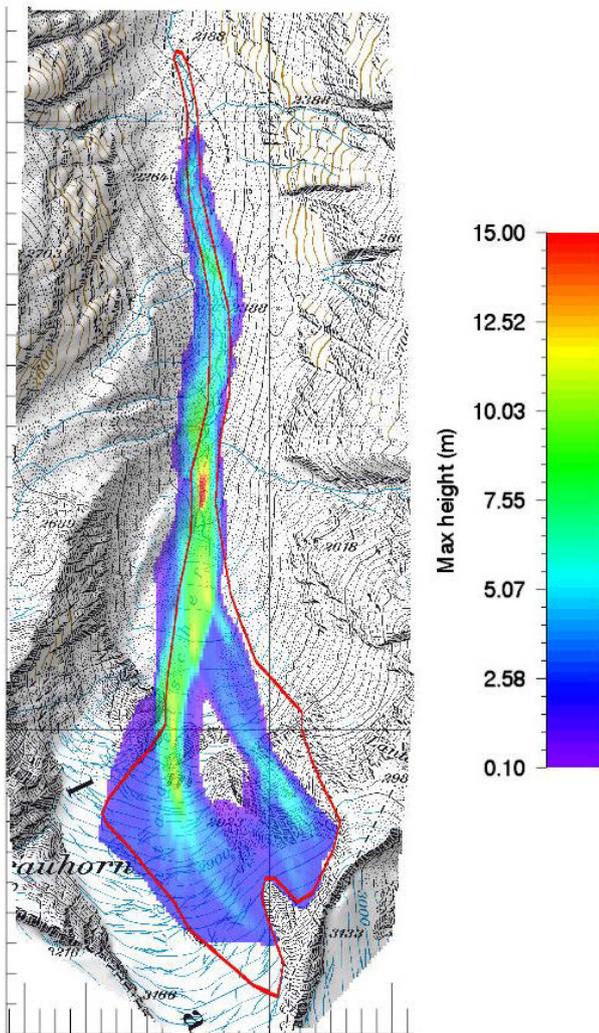


Abbildung 96: RAMMS::AVALANCHE Berechnung einer ca. 100-jährlichen Lawine (Anrissmächtigkeit d_0 : 1.70 m, Anrissvolumen: 420'000 m³, Reibungswerte: 100 Jahre, «Large».) Dargestellt ist die maximale Fließhöhe der Lawine (Farbabstufung) sowie der beobachtete Umriss (rote Linie).

In Abb. 97 ist die mit RAMMS::EXTENDED berechnete Lawine ersichtlich. Gewählt wurde das gleiche Anrissgebiet wie für die Berechnung mit RAMMS::AVALANCHE. Die Anrissmächtigkeit von 1.8 m wurde aus den Daten des 19. Aprils der automatischen Schneemesstation Piano del Simano (2450 m) hergeleitet, wobei ein Höhengradient berücksichtigt ist. Als mittlere Schneetemperatur der Anrissmasse flossen -0.2°C in die Berechnung ein. Es wurde berücksichtigt, dass im unteren Teil der Sturzbahn weniger Neuschnee zur Aufnahme vorhanden war.

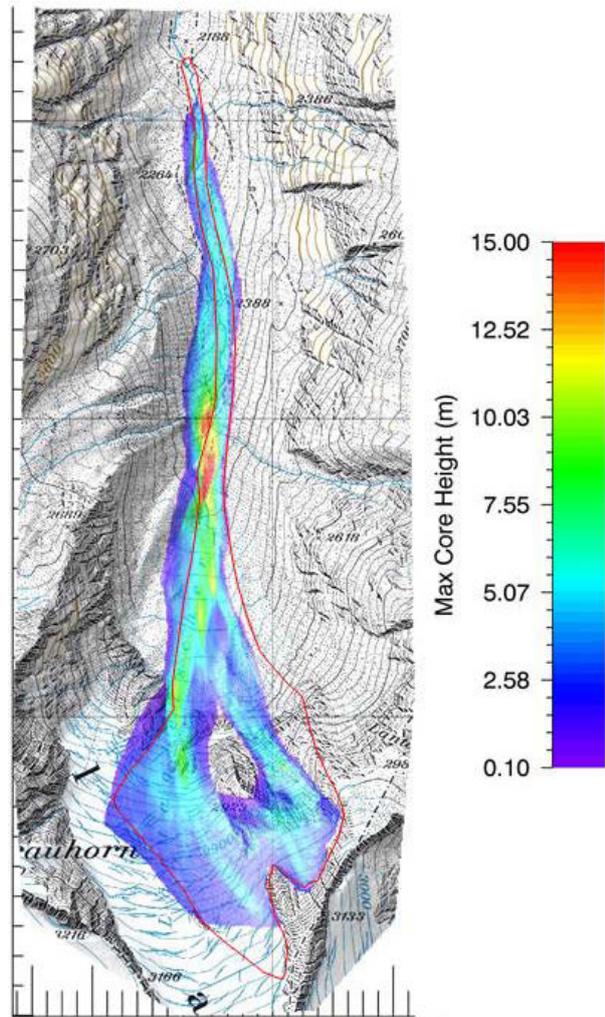


Abbildung 97: RAMMS::EXTENDED Lawinenberechnung (Anrissmächtigkeit d_0 : 1.80 m, Anrissvolumen: 442'000 m³, Dichte: 290 kg/m³). Dargestellt ist die maximale Fließhöhe der Lawine (Farbabstufung) sowie der beobachtete Umriss (rote Linie).

Bemerkungen zu den Lawinenberechnungen

Die aufgetretene Lawine dürfte aufgrund der RAMMS::AVALANCHE Berechnung eine Wiederkehrdauer von rund 100 Jahren haben. Die Nachrechnung führte vor allem auch dank der beobachteten Anrisslinie zu einem guten Resultat. Anzumerken ist, dass im Rahmen einer Gefahrenbeurteilung kaum mit so einem grossen Anrissgebiet gerechnet worden wäre.

Die mit RAMMS::EXTENDED berechnete Lawine kommt den beobachteten Umrissen der aufgetretenen Lawine am nächsten.

Merkmale grosse Lawinen im Tourengebiet

Solche Lawinenereignisse wecken beim Tourenfahrer Bedenken. Mit solchen Auslaufstrecken rechnet wohl kaum jemand in seiner Tourenplanung. Zum Glück sind solche Ereignisse sehr selten und es sind aussergewöhnliche Schneedeckenbedingungen notwendig. Im Normalfall kann mit einem

maximalen Pauschalgefälle (Höhendifferenz geteilt durch Distanz der Lawine) von 0.35 gerechnet werden. Beispiel: wenn eine Lawine eine Höhendifferenz von 500 m aufweist, kann sie mit einem Pauschalgefälle von 0.35 maximal 1430 m lang werden ($500/1430=0.35$). Die oben beschriebene Lawine zeigt ein Pauschalgefälle von 0.3 (Höhendifferenz: 950 m; Distanz: 3250 m; $950/3250=0.3$).

Obwohl keine allgemein gültigen Regeln oder Erkenntnisse von einem solch speziellen Ereignis abgeleitet werden können, versuchen wir hier einige generelle Punkte für den Wintersportler aber auch für den Sicherheitsexperten im Zusammenhang mit grossen oder sehr grossen Lawinen aufzuzeigen. Folgende Punkte können bei der Tourenplanung in Betracht gezogen werden:

- Je höher die Gefahrenstufe, desto wahrscheinlicher werden grosse oder sehr grosse Lawinen.
- Wie ist die Schneedecke im Anrissgebiet? Sind allenfalls die Bedingungen für sehr grossflächige Anrisse gegeben? Sind grosse Anrissmächtigkeiten möglich?
- Wie sind die Bedingungen im Auslaufbereich? Können Lawinen sehr weit vorstossen, z.B. aufgrund bereits aufgefüllter und ausgestrichener Lawinenbahnen?

Am 19. April, als diese Lawine abging, wurde für das Gebiet eine erhebliche Lawinengefahr prognostiziert. Es wurden zahlreiche nasse Lawinen erwartet, auch mittelgrosse. Das Ausmass der hier beschriebenen Lawine muss als überraschend bezeichnet werden.

Bei einer Risikobeurteilung im Lämtal sollte aber beachtet werden, dass das Tal sehr eng ist und es kaum sichere Orte gibt. Gefahr droht in erster Linie von den Seitenhängen und nicht von solch seltenen Ereignissen wie der hier beschriebenen Lawine.

Lawinenopfer in der Schweiz: Entwicklungen in den letzten 80 Jahren

Frank Techel

«Gibt es immer mehr Lawinenopfer? Oder haben die Opferzahlen in den letzten Jahren abgenommen?» Nicht nur die Medien oder die Öffentlichkeit möchten wissen, wie sich die Lawinenopferzahlen in letzter Zeit entwickelt haben. Auch Organisationen, die sich mit Lawinenprävention oder Unfallverhütung befassen, stellen solche Fragen. Beantworten lassen sie sich nur mit einer möglichst kompletten und langjährigen Statistik zu Lawinenunfällen und Schadenlawinen.

Die Lawinenereignisse werden am SLF in einer Datenbank detailliert erfasst, wobei alle Unfälle mit Todesfolge seit 1936/37 vollständig registriert sind. Diese Datensammlung bildet nicht nur eine wichtige Grundlage für Lawinengefahrenkarten. Sie erlaubt es auch, langjährige Trends zu analysieren und damit abzuschätzen, wie wirksam Präventionsmassnahmen sind.

Trends bei der Anzahl Lawinenopfer in der Schweiz ¹¹

Mit 25 Lawinenopfern pro Jahr fordern Lawinen im Vergleich mit anderen Naturgefahren in der Schweiz die meisten Opfer (siehe dazu auch Badoux et al., 2016¹²). In den 80 Jahren seit 1936/37 starben in den Schweizer Alpen und im Jura fast 2000 Personen in mehr als 1000 Lawinen (Tabelle 16). Allerdings zeigt der Blick auf Abbildung 98, dass die Anzahl Lawinenopfer von Jahr zu Jahr stark variierte. So verloren im Lawinenwinter 1950/51 99 Menschen ihr Leben, während es in den beiden vorhergehenden Jahren fast keine Opfer gab.

Im Gegensatz zum Strassenverkehr sind tödli-

che Lawinenunfälle vergleichsweise selten (BFS, 2016¹³). Durch die grossen jährlichen Unterschiede und die verhältnismässig kleine Anzahl von Lawinenunfallereignissen ist es schwieriger, Trends verlässlich abzuschätzen. Extreme Winter, aber auch einzelne besonders opferreiche Ereignisse, können die Statistik stark beeinflussen. Daher müssen Extremereignisse im Gesamtbild eingeordnet werden. Ein Blick auf den Mittelwert (gleitendes Mittel über 15 Jahre) lässt erkennen, dass zwischen Mitte der 1970er und Mitte der 1980er Jahre mit 30 Opfern pro Jahr am meisten Personen in Lawinen starben, während in den darauffolgenden Jahrzehnten die Anzahl Opfer signifikant zurückging.

Rückgang der Opferzahlen im gesicherten Gelände

Zu gesicherten Gebieten gehören Verkehrsverbindungen (Strasse und Schiene), Siedlungsräume und Skipisten. In diesem Zusammenhang bedeutet «gesicherte Gebiete», dass es in der Verantwortung eines Lawinendienstes liegt, geeignete Massnahmen zu ergreifen, um das Risiko für Bewohner und Benutzer zu reduzieren. Massnahmen können die Sperrung von Verkehrswegen, die Evakuierung von Gebäuden oder das Sprengen von Lawinen sein. Der Blick in die Statistik zeigt, dass sich die meisten Lawinenabgänge spontan ereigneten. Zudem waren vergleichsweise viele Personen betroffen, welche sich zum Zeitpunkt des Lawinenabgangs bei der Arbeit befanden (z.B. fast die Hälfte der Opfer auf Verkehrswegen und Skipisten waren Arbeitsunfälle; Badoux et al., 2016).

Tabelle 16: Mittlere jährliche Anzahl Lawinenopfer während der letzten 80 Jahre (1936/37-2015/16) und der letzten zwanzig Jahre (1996/97-2015/16).

Daten	80 Jahre	20 Jahre
alle	24.8 Opfer in 15.9 Ereignissen	23.1 Opfer in 18 Ereignissen
gesicherte Gebiete	6.5	1.4
freies Gelände	18.3	21.7
... Winter (Nov-Mai)	16.3	19.8
... Sommer (Jun-Okt)	2	1.9

¹¹Details zu dieser Studie finden sich in Techel, F., Jarry, F., Kronthaler, G., Mitterer, S., Nairz, P., Pavšek, M., Valt, M., and Darms, G.: Avalanche fatalities in the European Alps: long-term trends and statistics, *Geogr. Helv.*, 71, 147-159, 2016.

¹²ausgewertet wurden die 70 Jahre von 1946 bis 2015 für alle Naturgefahrenopfer in gesicherten Gebieten; Badoux, A., Andres, N., Techel, F., and Hegg, C.: Natural hazard fatalities in Switzerland from 1946 to 2015, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 2016.

¹³mehr als 200 tödliche Verkehrsunfälle im 2015, im Mittel weniger als 20 Lawinenunfälle mit Opfern pro Jahr; BfS, Bundesamt für Statistik (2016): *Strassenverkehrsunfälle mit Personenschaden und Verunfallte nach Kanton 2015*. Bezogen am 27.09.2016, von http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/01/new/nip_detail.html?gnplD=2016-235.

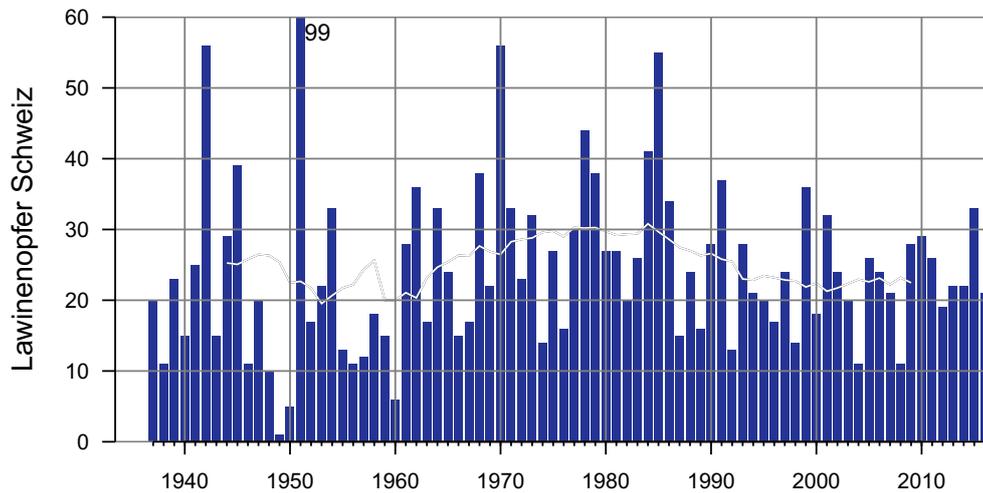


Abbildung 98: Lawinenopfer in der Schweiz (80 Jahre, 1936/37 - 2015/16, Balken). Die Linie zeigt das gleitende Mittel über 15 Jahre. Die Jahreszahl 1940 steht für das hydrologische Jahr 1939/40.

Die oft als Lawinenwinter bezeichneten Winter weisen gemäss Statistik eine grosse Anzahl Opfer im Siedlungsbereich oder auf Verkehrswegen auf (z.B. 1951: 95 Opfer oder 1999: 17 Opfer; Abbildung 99). Aber auch einzelne Unfälle mit zahlreichen Todesopfern ereigneten sich oftmals im gesicherten Gebiet, wie beispielsweise die Lawinenkatastrophe vom 24. Februar 1970 in Reckingen, dem mit 30 Opfern schlimmsten Lawinenunglück der letzten 200 Jahre in den Schweizer Alpen¹⁴. Abbildung 99 zeigt aber auch, dass die Opferzahlen im gesicherten Gebiet in den letzten Jahrzehnten signifikant zurückgingen. Dabei nahm einerseits die Häufigkeit der Jahre mit besonders vielen Opfern ab und andererseits die Anzahl der Jahre ohne Opfer zu.

Verschiedene Faktoren sind für diese positive Entwicklung verantwortlich, beispielsweise

- die grossen Investitionen in den baulichen Lawinenschutz,
- raumplanerische Massnahmen aufgrund von Gefahrenkarten und
- temporäre Massnahmen wie Sperrungen, Evakuierungen oder künstliche Lawinenauslösungen durch die verantwortlichen Lawinendienste,

um nur einige zu nennen. Trotz aller Fortschritte, eine hundertprozentige Sicherheit gibt es auch im gesicherten Gelände nicht. Nicht nur extreme Lawinensituationen wie zuletzt der Lawinenwinter 1999, sondern auch aussergewöhnlich schneereiche Winter, wie 2011/12 am Alpennordhang und 2013/14 am Alpensüdhang, werden die Sicherungsdienste weiterhin herausfordern (siehe auch Lawinenunfall Albulapass, S. 67).

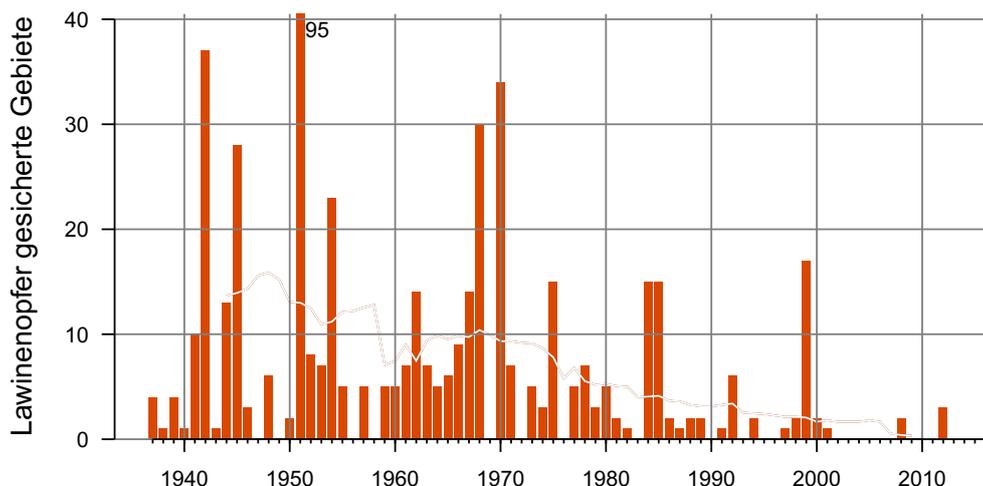


Abbildung 99: Jährliche Anzahl Lawinenopfer in gesicherten Gebieten während der 80 Jahre von 1936/37 bis 2015/16 (Balken). Die Linie zeigt den fortlaufenden Mittelwert über 15 Jahre.

¹⁴SLF, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch Davos (1971). *Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen. Winter 1969/70*. (pp. 130-142). Davos: Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch Davos

Unfälle im freien Gelände

Ein ganz anderes Bild zeigt sich, wenn man die Anzahl Lawinopfer im freien Gelände anschaut. Hierbei handelt es sich um Gebiete abseits des Siedlungsgebietes oder abseits von Verkehrswegen. Für diese Gebiete besteht keine Sicherungspflicht. Solange sich eine Person nicht einer z.B. von einem Bergführer geführten Gruppe anschliesst, ist sie selbst für die Lawinensicherheit verantwortlich. Bei Unfällen im freien Gelände handelt es sich fast immer um Personen, welche zum Zeitpunkt des Unfalls Freizeitaktivitäten ausübten. Meist waren dies Ski-, Snowboard- oder Schneeschuh-Touren oder Variantenfahrten im Winter oder Bergsteigen im Sommer. In der grossen Mehrheit der Fälle lösten die späteren Opfer die Lawinen selber aus.

Lag das 15-jährige Mittel zu Beginn der fünfziger Jahre teils noch bei weniger als zehn Opfern, stieg es in den 1960er und 1970er Jahren stark an, und erreichte in den 1980er Jahren mit fast 27 Lawinopfern einen traurigen Rekord (Abbildung 100). Der starke Anstieg der Opferzahlen im freien Gelände geschah während einer Phase, in welcher sich der Wintertourismus stark entwickelte, der Bau von Skigebieten boomte und die Mobilität der Bevölkerung zunahm. Auch wenn Zahlen fehlen, ist

davon auszugehen, dass die Anzahl Wintersportler im freien Gelände während dieser Jahre stark anstieg. Mit Hilfe des Lawinenverschüttetensuchgerätes (LVS), welches zu Beginn der 1970er Jahre entwickelt wurde, können Freizeitsportler ihre ganz verschüttete Kameraden seither rasch orten. Dies schlägt sich auch in der Statistik nieder: Obwohl in den folgenden Jahrzehnten die Anzahl ganz verschütteter Personen weiter anstieg, konnten Kameraden und Rettungsdienste dank der immer weiter verbreiteten Lawinennotfallgeräte (LVS, Sonde, Schaufel) deutlich mehr Verschüttete rasch orten und befreien. Dadurch sank die Verschüttungsdauer und die Überlebenschancen stiegen.

Obwohl die Anzahl Freizeitsportler abseits der gesicherten Gebiete weiter zunahm, gingen die Opferzahlen in den neunziger Jahren zurück (im Mittel jährlich 20 Opfer). Die verstärkte Präventionsarbeit (z.B. Lawinenkurse für SAC- und J+S-Tourenleiter), eine bessere Information über die Lawinensituation oder die Entwicklung und der Einsatz der Reduktionsmethode dürften zu diesen positiven Zahlen beigetragen haben (Etter et al., 2008¹⁵).

In den letzten zehn Jahren nahm die mittlere Anzahl Opfer zwar wieder etwas zu, dies ist allerdings statistisch nicht signifikant und könnte auch eine zufällige Schwankung sein. Das Risiko für Tourengeher blieb unverändert (Winkler, 2015¹⁶).

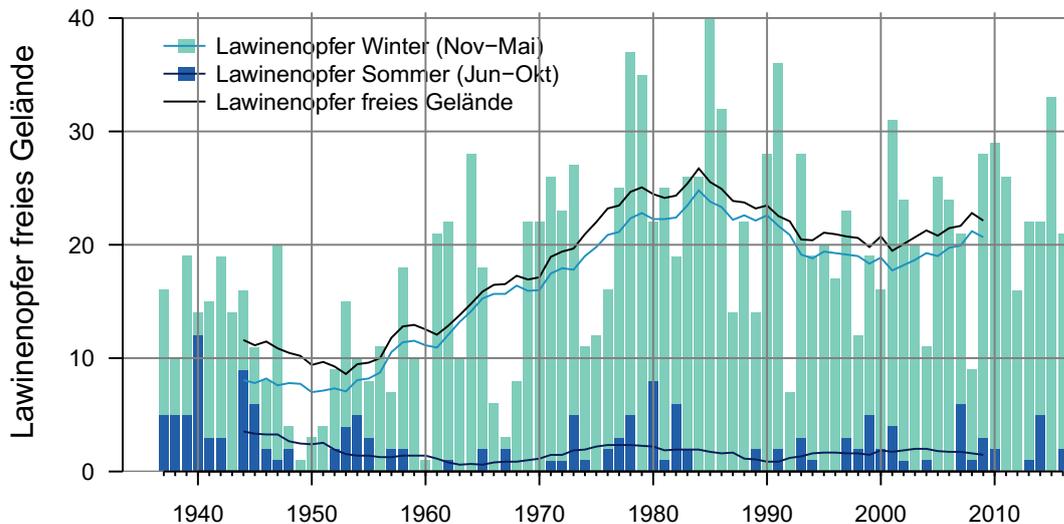


Abbildung 100: Jährliche Anzahl Lawinopfer im freien Gelände, aufgeteilt nach Unfällen im «Winter» (hell) und «Sommer» (dunkle Balken). Die «Winter»-monate sind die, in welcher fast alle Unfälle mit Freizeitsportlern mit Wintersportgeräten geschahen, Sommerunfälle betrafen vornehmlich Bergsteiger und Wanderer. Die Linien zeigen die Mittelwerte über jeweils 15 Jahre.

¹⁵Etter, H.-J., Stucki, T., Zweifel, B., and Pielmeier, C. (2008). Developments in avalanche forecasting and other prevention measures and their potential effects on avalanche fatalities. In C. Campbell, S. Conger, and P. Haegeli (Eds.), *International Snow Science Workshop 2008, Proceedings* (pp. 628-635). Whistler, BC.

¹⁶Winkler, K.: Entwicklung des Lawinenrisikos bei Aktivitäten im freien Gelände. Rhyner, H.U.; Schweizer, J. (Red.) 2015: *Lawinen und Recht. Tagungsband zum Internationalen Seminar vom 1.-3. Juni 2015. WSL Ber. 34.* 109-112, 2015.

Ähnliche Trends in anderen Alpenländern?¹⁷

Seit 1970 sind für alle Alpenländer Statistiken verfügbar. Im Mittel starben im Alpenraum jedes Jahr 100 Personen in Lawinen, wobei die Zahlen auch hier jährlich stark schwanken (Abbildung 101). Oft verhielten sich die Opferzahlen über die Länder hinweg ähnlich; in der Schweiz und ihren Nachbarländern traten häufig in denselben Jahren besonders viele (oder besonders wenige) Lawinentote auf. Und auch Langzeittrends waren denen in der Schweiz sehr ähnlich:

- die Anzahl Opfer im gesicherten Gelände nahm markant ab
- im freien Gelände sank die Anzahl Opfer nach einer Spitze in den 1980er Jahren und blieb seitdem relativ konstant.

Die ähnlich verlaufenen Trends in den verschiedenen Alpenländern bestätigen, dass es sich dabei nicht um Zufälligkeiten handelt, sondern dass die intensiven Präventionsmassnahmen in allen Alpenländern wirksam waren.

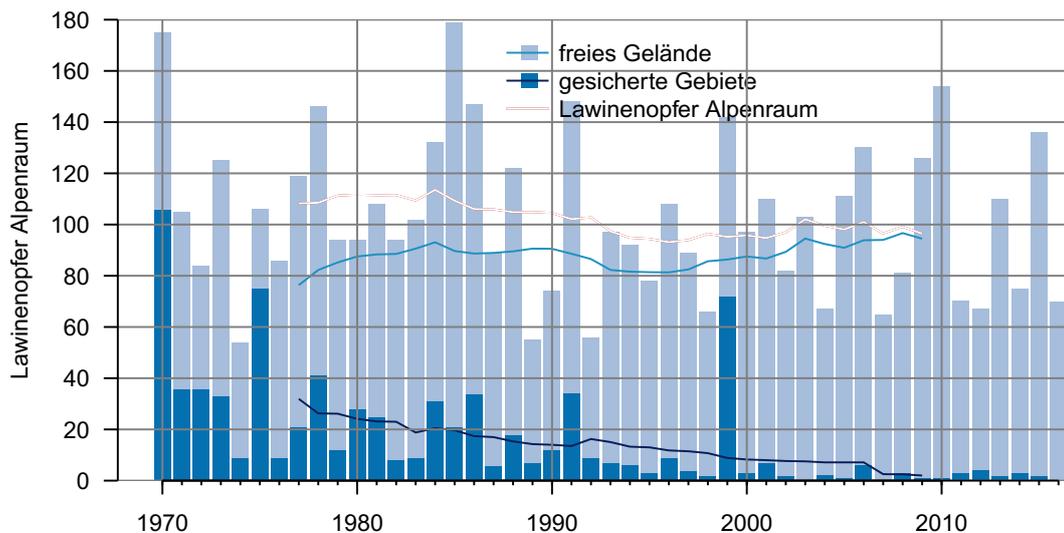


Abbildung 101: Lawinenopfer im Alpenraum, unterteilt in Opfer in gesicherten Gebieten (dunkelblaue Balken) und im freien Gelände (hellblaue Balken), für die 47 Jahre 1969/70 bis 2015/16. In der Statistik erfasst sind alle Opfer, welche in den Alpen in Frankreich, Deutschland, Italien, Liechtenstein, Österreich, der Schweiz und Slowenien registriert wurden. Die Linien zeigen den Mittelwert über 15 Jahre.

¹⁷Details zu dieser Studie finden sich in Techel et al., 2016.

A Anhang

Anhang: Mess- und Beobachterstationen

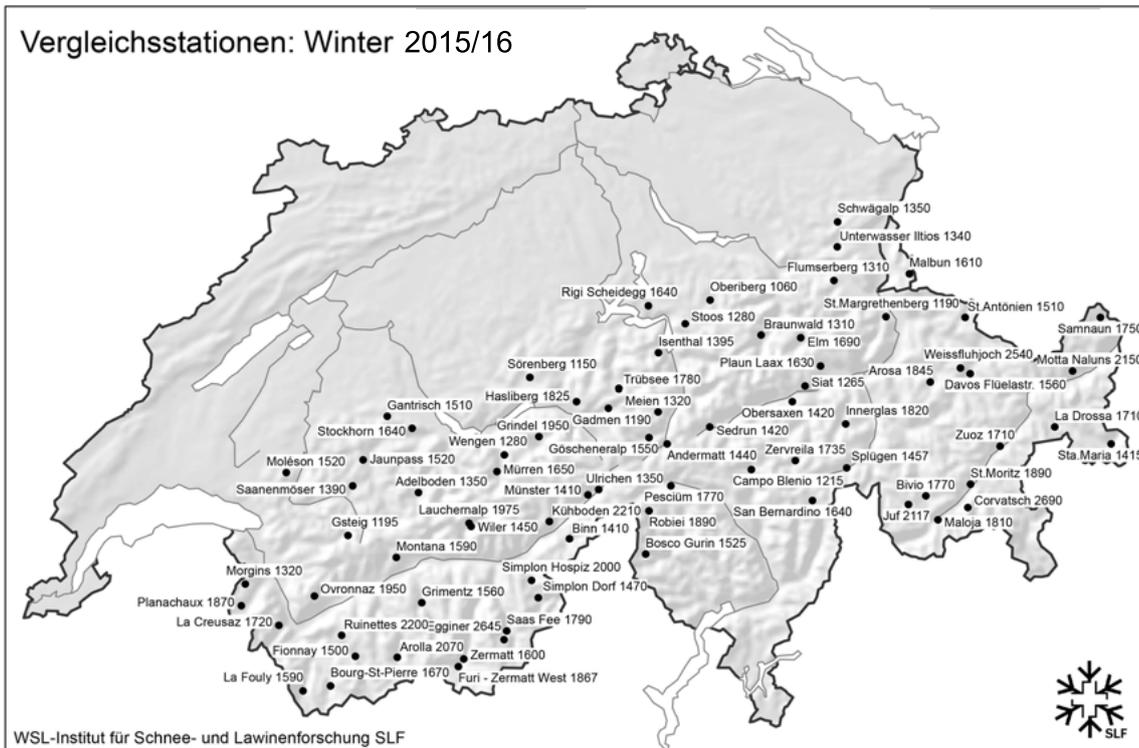


Abbildung 102: Standorte der SLF-Vergleichsstationen – Winter 2015/16

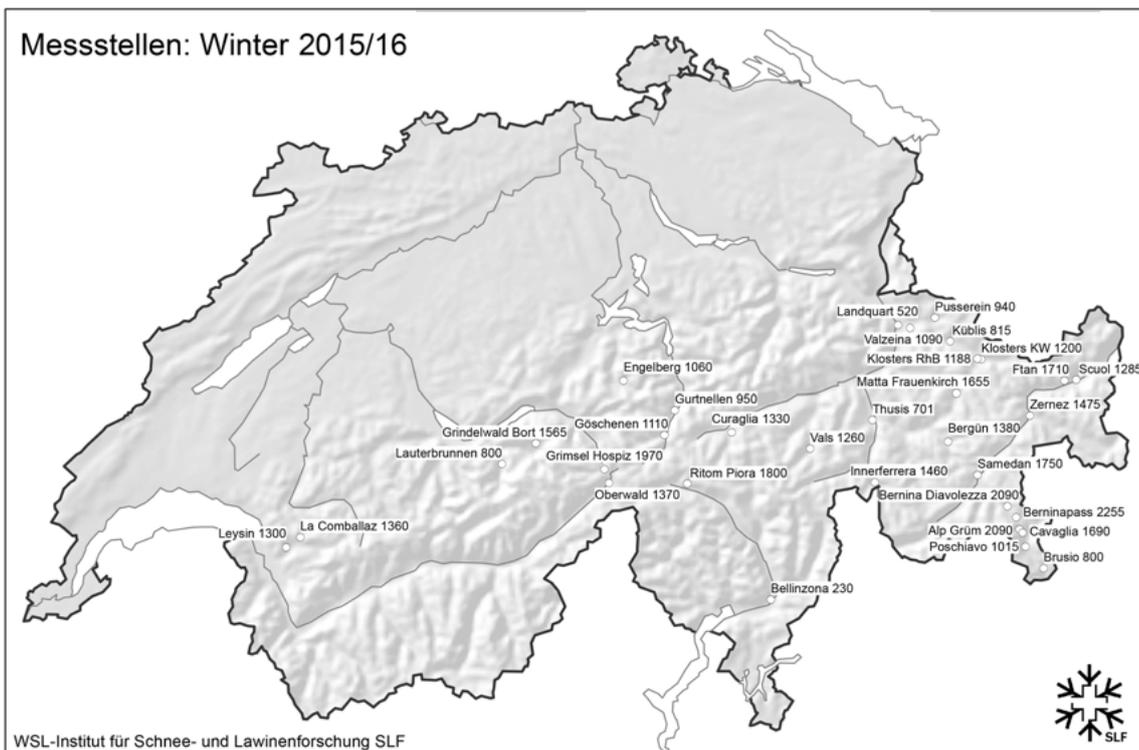


Abbildung 103: Standorte der SLF-Messstellen – Winter 2015/16

Anhang: Lawinen mit Personen- und Sachschäden: Erläuterungen und Übersichtstabellen

Alle dem SLF bekannten Lawinenereignisse, bei denen Personen mitgerissen wurden oder bei welchen Sachschäden entstanden, werden in der Schadenlawinendatenbank erfasst.

Personenlawinen

Zu den Personenlawinen werden alle Lawinen gezählt, bei denen Personen erfasst wurden (also auch wenn niemand verschüttet oder verletzt wurde). Die Dunkelziffer von glimpflich verlaufenen und nicht registrierten Personenlawinen ist vermutlich gross.

Sachschadenlawinen

Als Sachschadenlawinen werden alle Lawinen bezeichnet, die entweder zu einem Sachschaden, zu einer Räumungsaktion auf Verkehrswegen oder zu einer Suchaktion geführt haben. Jedes Jahr müssen teilweise grosse und teure Suchaktionen durchgeführt werden, weil Lawinen im Touren- oder Variantenbereich niedergegangen sind und unklar ist, ob Personen verschüttet wurden, oder weil Lawinen geöffnete Pisten, Strassen etc. betroffen haben.

Schadenlawinendatenbank

Das SLF erfasst alle bekannt gewordenen Lawinen mit Personen- oder Sachschaden in einer Datenbank. Mit rund 15'700 Datensätzen liegt heute eine sehr umfassende, weltweit einmalige Schadenlawinendatenbank vor. Dies vereinfacht Abfragen und Analysen über Lawinenunfälle. Langjährige Vergleiche zu Lawinen mit Todesfolge können bis zum Winter 1936/37 zurück erstellt werden. Spezifische Informationen zu einem bestimmten Unfall können über eine Datenanfrage angefordert werden (www.slf.ch - Datenanfrage).

Übersichtstabellen

Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick über Lawinenunfälle des Winters 2015/16 bzw. der letzten zwanzig Jahre. Spezifische Themen, z.B. zu Verschüttungsfolgen oder Rettungsmitteln, werden regelmässig in anderen Publikationen ausgewertet. Diese Auswertungen finden sich auf der Webseite des SLF (www.slf.ch - Rubrik Lawinenunfälle).

Tabelle 17 gibt eine Übersicht der Schadenlawinen und der Lawinenopfer der letzten 20 Jahre. In Tabelle 18 sind alle zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts bekannten Lawinnenniedergänge mit Personen- oder Sachschäden des Winters 2015/16 aufgeführt, wobei die grau markierten Unfälle im Kapitel 3 detaillierter beschrieben sind (ab S. 53).

Langjährige Statistiken zum Erfassungsort (Tabelle 19) und zu den Verschüttungsfolgen (Tabelle 20) finden sich im Anhang auf den Seiten 98 und 99.

Schadenlawinen werden fortlaufend in der Datenbank ergänzt, so dass die Tabellen im Winterbericht jeweils nur den Stand der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung bekannten Lawinen darstellen.

Tabelle 17: Registrierte Lawinenereignisse mit Personen- oder Sachschäden in den letzten zwanzig Jahren in der Schweiz (1996/97 bis 2015/16). Ebenfalls angegeben sind die Mittelwerte der letzten 20 bzw. 80 Jahre.

Jahr	Lawinen	Todesopfer	Verletzte
1996/97	125	24	26
1997/98	72	14	11
1998/99	1515	36	53
1999/00	133	18	20
2000/01	133	32	26
2001/02	76	24	18
2002/03	274	20	26
2003/04	147	11	38
2004/05	198	26	59
2005/06	259	24	60
2006/07	159	21	46
2007/08	173	11	44
2008/09	242	28	36
2009/10	225	29	65
2010/11	148	26	46
2011/12	410	19	32
2012/13	224	22	54
2013/14	199	22	35
2014/15	195	33	48
2015/16	162	21	64
letzte 20 Jahre seit 1936/37	254 174	23 25	41 25

Tabelle 18: Durch Lawinen verursachte Personen- und Sachschäden in der Schweiz (Winter 2015/16). Legende am Schluss der Tabelle. Die hellgrau markierten Unfälle sind entweder in der Tabelle 9 auf Seite 44 oder in den ausgewählten Unfallberichten (ab Seite 54) beschrieben.

Nr.	Datum	Kt.	Gemeinde	Lawennenniedergang		Anrisskoordinaten		Schäden		Personen		
				Ort		x	y	A	B	C	D	E
1	04.10.15	VS	Saas-Fee	Allalinhorn		634700	99880					E
2	24.10.15	GR	Poschiavo	Piz Palü / Vadret da Palü		794532	139453			C		
3	25.11.15	OW	Engelberg	Titlis		675614	180972				D	
4	26.11.15	UR	Isenthal	Gandspitz / Sättelital		682300*	196600*	A				
5	30.11.15(?)	UR	Wassen	Meiental / Färnigen / Roter Zug		683430(?)	176800(?)	A				
6	20.12.15	VS	Orsières	Tête de Ferret		571900*	82700*					E
7	30.12.15	BE	Adelboden	Wildstrubel		608438	141381					E
8	31.12.15	BE	Adelboden	Steghorn		610570	140730				D	
9	03.01.16	VS	Nendaz	Mont Fort		591020	103180				D	
10	03.01.16	GR	Laax	Glatscher dil Vorab		730935	193440					E
11	04.01.16	GR	Klosters-Serneus	Casannapass		780000	191759					E
12	05.01.16	BE	Lauterbrunnen	Schilthorn		630310	156380					E
13	05.01.16	VS	Zermatt	Furggsattel / Theodulhorn		620940	88860					E
14	05.01.16	VS	Nendaz	Tortin- Gentianes		589645	105080				D	
15	06.01.16	BE	Diemtigen	Männliflue		608280*	155500*					E
16	06.01.16	GR	Davos	Flüelatal / Bardillen Boden		790485	182722					E
17	07.01.16	VD	Ormont-Dessous	Pic Chaussy		575110	136315					E
18	09.01.16	GR	Arosa	Weissfluh		779906	189505					E
19	09.01.16	VS	Randogne	Les Violettes / La Barmaz		604810	132641	A	B			
20	09.01.16	VS	Ried-Brig	Bodmertälli / Mäderhorn		647980	123600			C		
21	10.01.16	VS	Bagnes	Monts de Cion		588663	103866	A			D	
22	10.01.16	VS	Anniviers	Corne de Sorebois		612010*	111130*	A			D	
23	10.01.16	BE	Kandersteg	Tschingelochthore		612130	143630					E
24	13.01.16	GR	St. Moritz	Piz Nair Pitschen		781230	153330	A			D	
25	15.01.16	GR	Tujetsch	Crest Briauls		697700	169505				D	
26	15.01.16	VS	Nendaz	Les Lués Rares		588480	105950					E
27	16.01.16	GR	Davos	Meierhofer Tälli		782925	189470				D	
28	16.01.16	SG	Vilters-Wangs	Pizol / Chuetschingel		749295	205945	A			D	
29	16.01.16	GR	Klosters-Serneus	Casanna		782800	192870					E
30	16.01.16	VS	Saxon	Combe de Saxon		582670	108265			C		
31	20.01.16	BE	Frutigen	Bettbach		611840	153350	A	B			
32	21.01.16	BE	Frutigen	Elsighore		615185	153465		B			
33	21.01.16	GL	Glarus	Klöntal Seestrasse		717440	210350	A	B			
34	22.01.16	VS	Lax	Galfera		650550	139870	A				
35	22.01.16	GL	Glarus	Klöntal Seestrasse		716650	210140	A	B			
36	22.01.16	VD	Bex	Pointe de Savolaires		572720	120570				D	
37	23.01.16	GR	Vals	Faltschona		727347	162479					E
38	24.01.16	BE	Aeschi bei Spiez	Latrejespitz		625290	160575			C	D	
39	24.01.16	GL	Glarus Süd	Guldergrat		733802	206716		B			
40	24.01.16	VS	Anniviers	Roc d'Orzival		607886	115944					E
41	30.01.16	GR	Davos	Gletscher Ducan		782985	172130				D	
42	30.01.16	GR	Davos	Büelenhorn / Monstein		777980	171790			C		
43	05.02.16	OW	Engelberg	Titlis / Sulzli		674790	180930				D	
44	05.02.16	BE	Innertkirchen	Titlis / Jochstock		672460	180730		B			
45	05.02.16	OW (?)	Engelberg (?)	Titlis (?)		674000(?)	181000(?)		B			
46	05.02.16	VS	Nendaz	Mont Fort		591000*	103350*				D	
47	06.02.16	VS	Zermatt	Hohtälli		628230	93700				D	
48	07.02.16	VS	Anniviers	Couloir des Ombrintz		614000*	121230*					E
49	08.02.16	VS	Riddes	Mont Rogneux / Les Plans		586850	106560	A			D	
50	09.02.16(?)	VS	Salvan	Vallon de Van / Les Dzarfannes		564508	109484					
51	11.02.16	GR	Celerina/Schlarigna	Sass Corviglia		781280	154660	A	B			
52	13.02.16	BE	Frutigen	Widerhubel		614240	151185					E
53	13.02.16	UR	Isenthal	Glatt Grat		678400	195345				D	
54	13.02.16	VS	Val-d'Illeiez	Les Crosets		552730	114725					E
55	13.02.16	OW	Lungern	Hohbiel		659716	179245					E
56	15.02.16	VS	Leuk	Illhorn		613745	123400				D	
57	16.02.16	VS	Fully	Col de Fenestral		573810	115500					E
58	17.02.16	GR	Zuoz	Piz Mezzaun		794680	161460					E
59	18.02.16	GR	Bever	Piz Calderas		773200	156300				D	
60	20.02.16	TI	Bedretto	Löite di Paltano		677400(?)	147000(?)				D	
61	20.02.16	BE	Diemtigen	Tschipparällehore		612468	161203					E
62	20.02.16	VD	Ormont-Dessous	Col de la Chenau		576400	136300					E
63	21.02.16	VS	Saas-Almagell	Allalin / Hohlaubgletscher		638250	100620			C	D	
64	21.02.16	GR	Davos	Sentisch Horn		789050	182410				D	
65	21.02.16	GR	Tujetsch	Six Madun		694100*	164300*					
66	21.02.16	VS	Saas-Fee	Hannigalp		636970	107400	A	B			
67	21.02.16	VS	Unterbäch	Ginalshorn		624460	120640					E
68	21.02.16	GR	Surses	Grevasalvas		774725	146895					E
69	21.02.16	VS	Leukerbad	Schwarzhorn		609960	137590					E
70	21.02.16	GR	Safiental	Bodenhorn		742200(?)	162220(?)				D	
71	21.02.16	GR	Luzein	Rätschenhorn		783830	201100					E
72	21.02.16	TI	Bedretto	Poncione Val Piana		681340	147240					E
73	21.02.16	VS	Unterbäch	Altstafelhorn		624300	121900					E
74	21.02.16	VS	Bourg-Saint-Pierre	L'Epée		586500	89230					E
75	22.02.16	GR	Surses	Crappa da Toef		772450	151060					E

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 2015/16

Tabelle 18, fortgesetzt. - Durch Lawinen verursachte Personen- und Sachschäden in der Schweiz (Winter 2013/14). Legende am Schluss der Tabelle. Die hellgrau markierten Unfälle sind in Tabelle 9 auf Seite 44 beschrieben.

Nr.	Datum	Kt.	Gemeinde	Lawinnenniedergang Ort	Anrisskoordinaten		Schäden		Personen		
					x	y	A	B	C	D	E
76	24.02.16	VS	Bagnes	Dyure du Crêt	591700*	97450*	A				
77	24.02.16	UR	Realp	Witenwasseren	680340	157460				D	
78	26.02.16	SG	Wildhaus-A-St-J / Grabs	Chäserrugg / Wanne	742490	224330					E
79	27.02.16	OW	Engelberg	Titlis / Tierberg	677800(?)	182000(?)					E
80	27.02.16	OW	Engelberg	Titlis / Tierberg	677800(?)	182000(?)					E
81	27.02.16	OW	Engelberg	Titlis / Tierberg	677510*	182030*					E
82	27.02.16	NW	Wolfenschiessen	Trübsee / Schlächtsmatt	673985	182155				D	
83	27.02.16	LU	Flühli	Brienzer Rothorn	646500*	182920*				D	
84	27.02.16	SZ	Muotathal	Blüenberg	698050	200300			C		
85	27.02.16	VS	Nendaz	Mont Fort	591090	103230				D	
86	27.02.16	VS	Evionnaz	Dents du Midi	562065	112680				D	
87	27.02.16	VS	Evolène	Glacier de Pièce	602650	95080					E
88	27.02.16	BE	Lenk	Iffghore	596930*	137770*					E
89	27.02.16	OW	Giswil	Arnihaaggen	649070	182720					E
90	27.02.16	SZ	Oberberg	Forstberg	705280	206650					E
91	27.02.16	BE	Adelboden	Bunderspitz	613500	148880					E
92	28.02.16	GL	Glarus Süd	Gross Chärpf	726300	197370					E
93	28.02.16	GR	Davos	Plattenflue	785520	174140					E
94	02.03.16	UR	Sisikon	Rotenbalm	694175	198075					E
95	03.03.16	NW	Wolfenschiessen	Sulzlischulter / Jochstock	673280*	181640*					E
96	04.03.16	OW	Engelberg	Laub	674520	183450				D	
97	04.03.16	VS	Vex	La Tsermetta	594690	113120	A			D	
98	05.03.16	VD	Ormont-Dessous	Petit-Chamossaire	571650	131490				D	
99	05.03.16	GR	Safiental	Alp Falätscha	739680	164510				D	
100	05.03.16	GR	Safiental	Safien / Z'hinderst / Höllgraben	742770	163910			C		
101	06.03.16	UR	Andermatt	Gemsstock / Gigenflüe	688630	163460				D	
102	06.03.16	GR	Avers	Skilift Cavetta	763200	145700	A				E
103	06.03.16	VS	Evolène	Basset de la Cretta	601530	103900					E
104	06.03.16	GR	Lohn (GR)	Rappakopf	751190(?)	170000(?)					E
105	06.03.16	GR	Davos	Rinerhorn / Grabentobel	780890	180220					E
106	06.03.16	GR	St. Moritz	Murezzan	782000	152050		B			E
107	06.03.16	GR	Sils im E. / Silvaplana	Piz Corvatsch	783030	143300	A	B			
108	06.03.16	GR	Silvaplana	Alp Surlej / Corvatsch	783270	146320				D	
109	06.03.16	FR	Val-de-Charmey	Plan de Tissiniva	579350	157220				D	
110	07.03.16	GR	Surses	Corn Alv	775360	151620					E
111	08.03.16	GR	Val Müstair	Piz Chalderas	832180	163850				D	
112	09.03.16	GR	Davos	Jatzhorn	784930	182450		B			
113	10.03.16	GR	Trimmis	Ful Berg	765860	193650					E
114	12.03.16	GR	Trimmis	Hochwang / Stelli	767790	194840				D	
115	12.03.16	VS	Unterbäch	Signalhorn	624080	122050					E
116	12.03.16	BE	St. Stephan	Albristhore	604200	150470		B			
117	12.03.16	VS	Evolène	La Roussette	600530	98510				D	
118	12.03.16	GR	Davos	Chrummhürel	781180	172970				D	
119	12.03.16	VS	Anniviers	Bella Tola	616000*	120950*				D	
120	13.03.16	GR	Klosters-Serneus	Gatschiefer / Riser Wald	788500	191450				D	
121	17.03.16	UR	Unterschächen	Chli Glatten	706660	193230					E
122	17.03.16	VS	Martigny-Combe	Pointe de Prosom	569000	98050					E
123	20.03.16	GR	Luzern	Gämpflue	784600	204180					E
124	26.03.16	BE	Lenk	Iffigenalp / Mittagore	600590	138090			C		
125	26.03.16	GR	Arosa	Sandhubel	771690	179140					E
126	26.03.16	SZ	Oberiberg	Forstberg	705200	206700					E
127	26.03.16	GR	Bergün/Bravuogn	Piz Kesch	786460	166230				D	
128	26.03.16	GR	Ilanz/Glion	Bündner Vorab	729830	191700					E
129	26.03.16	VS	Simplon	Rothorn / Dischgerna	646150(?)	111700(?)				D	
130	27.03.16	VS	Obergoms	Sulzlicke / Lengtal	669160	145896			C		
131	27.03.16	GR	Davos	Sentisch Horn	789060	182615					E
132	28.03.16	GL	Glarus Süd	Gulderstock	733710	206730			C		
133	28.03.16	VS	Bagnes	Mont Rogneux / Goli des Otanés	585400	96280					E
134	28.03.16	GR	Bergün/Bravuogn	Murtel Trigd	778400(?)	161200(?)					E
135	03.04.16	GR	Arosa	Aroser Alp / Verborgnen Weng	767520	181220			C		
136	06.04.16	VS	Fieschertal	Grüneggorn	648300	153000					E
137	09.04.16	VS	Ried-Brig	Wasmerlicke	649080	123550					E
138	10.04.16	VS	Obergoms	Blaslicke	672320	150470					E
139	11.04.16	BE	Lenk	Chilchli	595640(?)	135590(?)		B			
140	14.04.16	TI	Bedretto	Bocchetta di Formazzora	679950	145850				D	
141	16.04.16	VS	Anniviers	Le Toûno	615920	117120					E
142	16.04.16	GL	Glarus Süd	Bifertenfirn	714410	184910					E
143	17.04.16	VS	Fieschertal	Galmilicke	657295	151555			C	D	
144	18.04.16	VS	Evolène	Col des Vignettes	602900	92950				D	
145	19.04.16	VS	Orsières	Le Portalet	570830	93228			C		
146	19.04.16	VS	Bagnes	Monts de Cion	589050(?)	103700(?)		B			
147	20.04.16	GR	Sils im Engadin/Segl	Piz Fora	781510*	135430*			C		
148	26.04.16	VS	Simplon	Chalti Wasser	647460*	121740*					E
149	29.04.16	VS	Naters	Sattelhorn	640290	146390			C		
150	30.04.16	SG	Mels	Pizol	748430	202575					E
151	30.04.16	GR	Scuol	Piz Tasna	814640*	193800*					E
152	05.05.16	GR	Films	Surenjoch / Piz Sardona	737700	197340			C		
153	05.05.16	GR	Zernez	Radüner Rothorn	791680	177860		B			
154	13.05.16	VS	Dorénaz	L'Au d'Alesse	571700(?)	111710(?)					
155	15.05.16	VS	Bourg-Saint-Pierre	Mont Vélan	584700(?)	82300(?)		B			

Tabelle 18, fortgesetzt. - Durch Lawinen verursachte Personen- und Sachschäden in der Schweiz (Winter 2013/14). Legende am Schluss der Tabelle. Die hellgrau markierten Unfälle sind in Tabelle 9 auf Seite 44 beschrieben.

Nr.	Datum	Kt.	Gemeinde	Lawinenniedergang Ort	Anrisskoordinaten		Schäden		Personen		
					x	y	A	B	C	D	E
156	20.05.16	GR	La Punt-Chamues-ch	Albulapass / Piz da las Blais	783170	161130	A	B			
157	20.05.16	GR	Bergün/Bravuogn	Albulapass / Piz da las Blais	783250	160840	A	B			
158	21.05.16	BE	Innertkirchen	Gwächtenhorn	674780	171690					D
159	21.05.16	TI	Airolo	Pizzo Lucendro	682920	154790					D
160	04.07.16	VS	Baltschieder	Bietschhorn	631760	138570			C		D
161	09.07.16	AI	Schwende	Säntis	744155	235425					D
162	10.07.16	GR	Samedan / Pontresina	Piz Morteratsch	789300*	142500*					D
							20	21	18	52	70

Legende:

* = ungenaue Koordinaten und Angaben (± 250 m)
 (?) = unsichere Koordinaten und Angaben ($\geq \pm 500$ m)
 hellgraue Zellen:
 detaillierter beschrieben in Tabelle 9 auf Seite 44
 und/oder ab Seite 53

Schäden:

A = Ereignisse mit Sachschäden
 B = Such- /Räumungsaktionen (keine Personen verschüttet)

Personen:

C = Unfälle mit Todesfolgen
 D = Unfälle mit Verletzungsfolgen
 E = Unfälle ohne Folgen

Tabelle 19: Erfassungsort aller von Lawinen mitgerissenen Personen in der Schweiz für die letzten zwanzig Jahre (Zeitraum 1996/97 - 2015/16). Abkürzung: überl = überlebt

Winter	Varianten		Freies Gelände*					Verkehrswege*			Gebäude*			gesamt**		
	tot	überl	Ski-/Bergtour tot	überl	total	tot	überl	total	tot	überl	total	tot	überl	total	tot	überl
1996/97	9	45	14	93	161	23	138	13	1	12	0	0	0	174	24	150
1997/98	3	21	9	46	79	12	67	4	2	2	0	0	0	83	14	69
1998/99	7	66	12	65	150	19	131	22	8	14	50	9	41	222	36	186
1999/00	6	56	10	75	147	16	131	9	2	7	0	0	0	164	18	146
2000/01	9	44	22	118	193	31	162	12	1	11	0	0	0	208	32	176
2001/02	10	33	14	82	139	24	115	2	0	2	0	0	0	141	24	117
2002/03	13	54	7	76	150	20	130	4	0	4	0	0	0	162	20	142
2003/04	4	55	7	105	171	11	160	1	0	1	0	0	0	173	11	162
2004/05	6	66	20	137	229	26	203	14	0	14	0	0	0	243	26	217
2005/06	16	89	8	125	238	24	214	3	0	3	0	0	0	256	24	232
2006/07	8	58	13	152	231	21	210	10	0	10	0	0	0	245	21	224
2007/08	2	39	7	144	192	9	183	13	2	11	0	0	0	208	11	197
2008/09	11	58	17	89	175	28	147	7	0	7	2	0	2	196	28	168
2009/10	5	73	24	179	281	29	252	18	0	18	0	0	0	308	29	279
2010/11	3	56	23	103	185	26	159	1	0	1	0	0	0	193	26	167
2011/12	3	34	13	89	139	16	123	22	3	19	0	0	0	178	19	159
2012/13	8	75	14	172	269	22	247	4	0	4	0	0	0	292	22	270
2013/14	6	39	16	125	186	22	164	9	0	9	0	0	0	201	22	179
2014/15	10	63	23	142	238	33	205	1	0	1	0	0	0	239	33	206
2015/16	5	49	16	142	212	21	191	7	0	7	0	0	0	221	21	200
Total	144	1073	289	2259	3765	433	3332	176	19	157	52	9	43	4107	461	3646
Durchschnitt	7	54	14	113	188	22	167	9	1	8	3	0	2	205	23	182

Freies Gelände: Ausserhalb des besiedelten Gebietes und ausserhalb von Verkehrswegen
Variantenfahrer: Personen (Skifahrer, Snowboarder, Gleitschirmflieger, Fussgänger etc.), welche für ihren Aufstieg öffentliche Verkehrsmittel, Bergbahnen, Skilifte, Helikopter etc. benützt haben, keine wesentlichen Aufstiegsstrecken aus eigener Kraft bewerkstelligt haben, den organisierten Skiraum aus eigenen Stücken verlassen und sich abseits von markierten, der Verkehrssicherungspflicht obliegenden Skiabfahrten aufgehalten haben
Ski-/Bergtour: Personen (Skitourenfahrer, Bergsteiger, Schneeschuhläufer, Wanderer etc.) im Auf- oder Abstieg, welche im Wesentlichen aus eigener Kraft aufgestiegen sind, (inkl. Personen in Schnee- oder Zeltbiwak, Militär und Grenzwacht auf Dienstreise)

Verkehrswege: Verkehrswege (Strassen, Bahnen, Skilifte, Skipisten, Loipen, Winterwanderwege etc.), welche der Sicherungspflicht unterliegen

Gebäude: Lawinen, die in besiedeltes Gebiet vordringen und Personen in und ausserhalb von Gebäuden erfassen

org. Rettung: Retter (organisierte Rettung) werden zum relevanten Erfassungsort dazugezählt (2000/01: 2 Personen, 2009/10: 1 Person, alle freies Gelände)

* - wenn Erfassungsort bekannt

** - alle erfassten Personen

Tabelle 20: Verschüttungsfolgen aller bekannten Lawinenunfälle in der Schweiz für die letzten zwanzig Jahre (Zeitraum 1996/97 - 2015/16). Abkürzung: überl = überlebt

Winter	erfasste Personen*			nicht verschüttet**			teilverschüttet**			ganz verschüttet**			Anzahl Unfälle***
	total	tot	überl	total	tot	überl	total	tot	überl	total	tot	überl	
1996/97	174	24	150	68	2	66	63	4	59	42	18	24	86
1997/98	83	14	69	38	2	36	22	1	21	23	11	12	50
1998/99	222	36	186	88	3	85	71	2	69	55	31	24	92
1999/00	164	18	146	48	0	48	66	2	64	38	16	22	89
2000/01	208	32	176	59	2	57	81	1	80	58	29	29	100
2001/02	141	24	117	56	2	54	42	2	40	39	20	19	71
2002/03	162	20	142	71	1	70	45	1	44	35	18	17	95
2003/04	173	11	162	82	1	81	56	0	56	33	9	24	86
2004/05	243	26	217	77	0	77	89	0	89	65	26	39	124
2005/06	256	24	232	67	0	67	117	1	116	60	23	37	169
2006/07	245	21	224	93	0	93	88	6	82	42	15	27	135
2007/08	208	11	197	61	2	59	76	1	75	35	8	27	124
2008/09	196	28	168	58	2	56	61	3	58	47	23	24	132
2009/10	308	29	279	87	2	85	98	0	98	78	27	51	179
2010/11	193	26	167	41	0	41	81	1	80	45	25	20	129
2011/12	178	19	159	62	1	61	66	4	62	30	14	16	124
2012/13	292	22	270	78	1	77	105	1	104	56	20	36	167
2013/14	201	22	179	82	1	81	64	2	62	38	19	19	126
2014/15	239	33	206	59	2	57	93	2	91	59	29	30	153
2015/16	221	21	200	107	4	103	59	1	58	44	16	28	136
Total	4107	461	3646	1382	28	1354	1443	35	1408	922	397	525	2367
Durchschnitt	205	23	182	69	1	68	72	2	70	46	20	26	118

Achtung: | Besonders bei Lawinenabgängen mit unverletzt gebliebenen, nicht oder nur teilverschütteten Personen besteht wegen einer unbestimmten Anzahl von nicht gemeldeten Fällen eine schwer abschätzbare Dunkelziffer!

* alle erfassten Personen

** alle erfassten Personen, für welche Verschüttungsart bekannt

*** entspricht Anzahl Lawinen mit erfassten Personen