



Heft 86, 2019

WSL Berichte

ISSN 2296-3456

Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen

Hydrologisches Jahr 2018/19

Benjamin Zweifel, Célia Lucas, Elisabeth Hafner, Frank Techel,
Christoph Marty, Thomas Stucki



WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF



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

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

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

Schriftleitung: Sandra Gurzeler, WSL

Layout: Benjamin Zweifel, SLF

Zitiervorschlag:

ZWEIFEL, B.; LUCAS, C.; HAFNER, E.; TECHEL, F.; MARTY, C.; STUCKI, T., 2019: Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Hydrologisches Jahr 2018/19. WSL Ber. 86: 134 S.

Bezug: www.slf.ch/wochenberichte

Reihe: www.wsl.ch/berichte

ISSN 2296-3448 (Print)

ISSN 2296-3456 (Online)

Datengrundlagen:

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

Lawinen mit Personen- und Sachschäden: Kantonale Polizeidienststellen, Kantonale Forst- und Tiefbauämter und Naturgefahrenabteilungen, Schweizerische Rettungsflugwacht Rega, Kantonale Walliser Rettungsorganisation OCVS-KWRO, Maison FXB du Sauvetage, Air Glaciers, Air Zermatt, Heli Bernina, Pistenrettungsdienste, 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:

Bei einer Lawinensprengung in der Region Zermatt (VS) wurde diese eindrückliche Staublawine im Schusslauri-Lawinenzug ausgelöst. Foto: B. Jelk, 11.12. 2018.

Nach den Grossschneefällen Mitte Januar wurde die Salezer-Lawine bei der Lawingalerie am Ortseingang von Davos (GR) mit einer vom Helikopter abgeworfenen Sprengladung künstlich ausgelöst und erreichte als sehr grosse Lawine den Davoser See. Foto: SLF/St. Margreth, 16. 1. 2019.

Ablagerung der Schosslawine bei Elm (GL). Der Stall ist durch einen Ablenkverbau vor Lawinen geschützt. Foto: K. Bäbler, 17. 1. 2019.

Mitte Februar konnten nordseitig oftmals auch extrem steile Hänge befahren werden, während sonnseitig das Risiko der Nass- und Gleitschneelawinen anstieg, wie dieses Bild aus dem Leidtal bei Andermatt (UR) zeigt. Foto: R. Imsand, 23. 2. 2019

Die WSL überwacht und erforscht Wald, Landschaft, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis. Sie ist ein Forschungsinstitut des Bundes und gehört zum ETH-Bereich. Das WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF ist seit 1989 Teil der WSL.

© Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
Birmensdorf, 2019

Schneedeckenaufbau

Über den gesamten Schweizer Alpenraum betrachtet war der Schneedeckenaufbau den ganzen Winter über günstiger als im langjährigen Mittel, vor allem ab Mitte März (Abbildung 15). Die Werte lagen in dieser Zeit am oberen Ende der 10-jährigen Standardabweichung. Relativ gesehen am ungünstigsten war der Schneedeckenaufbau zum Jahreswechsel und im Februar.

Winteranfang mit grossen Unterschieden zwischen Süden und Norden

Der Winter begann im Süden früh und intensiv. Nach wiederholten starken Schneefällen Ende Oktober und im November war die Schneehöhe im Süden Ende November überdurchschnittlich. Am

meisten Schnee lag oberhalb von etwa 2000 m am Alpenhauptkamm von Zermatt bis ins Berninagebiet und südlich davon. Dort war das Fundament der Schneedecke sehr gut verfestigt (Abbildung 16, Abbildung 17). Störanfällig waren dort allenfalls noch oberflächennahe Schichten. Dies zeigt zum Beispiel ein Profil vom 28. November aus dem Binntal (VS), Abbildung 17. Über einer sehr mächtigen, harten Schmelzharschkruste liegen gut 20 cm Neuschnee. Der Neuschnee rutschte beim Rutschblocktest teilweise ab. Lawinenanrisse in bodennahen Schichten waren mit dem sehr kompakten Profildruck in diesen Regionen kaum noch zu erwarten. Dieser Schneedeckenaufbau bot eine gute Grundlage für den weiteren Winterverlauf.

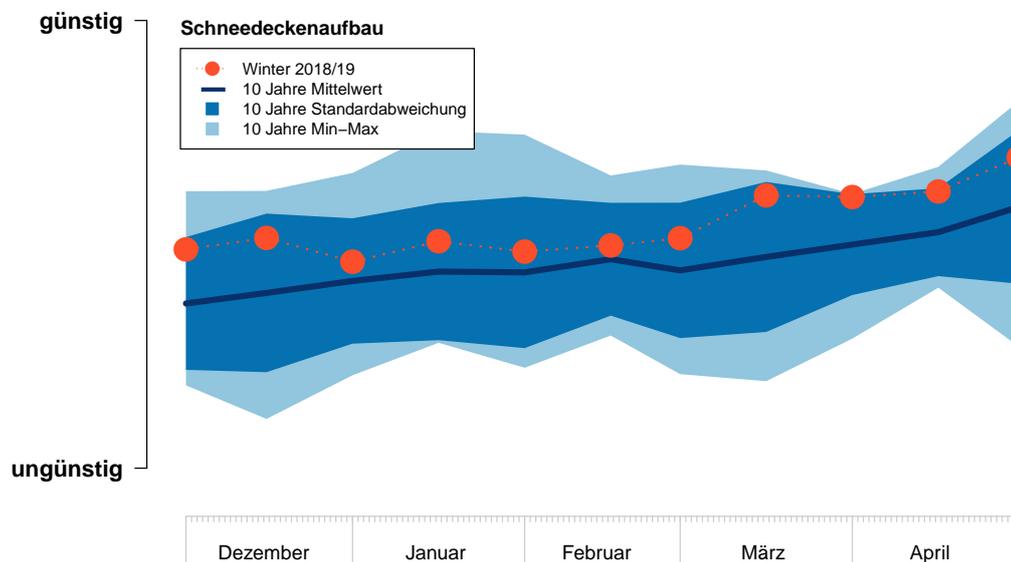


Abbildung 15: Schneedeckenaufbau im Winter 2018/19 (rote Linie mit Punkten: Winter 2018/19) im Vergleich mit den letzten 10 Wintern (dunkelblaue Linie: 10 Jahre Mittelwert), den minimalen und maximalen Werten der Schneedeckenstabilität (hellblau schattierter Bereich: 10 Jahre Minimum-Maximum) und dem 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, die an Nordhängen (Nordwest über Nord bis Nordost) aufgenommen wurden, verwendet.

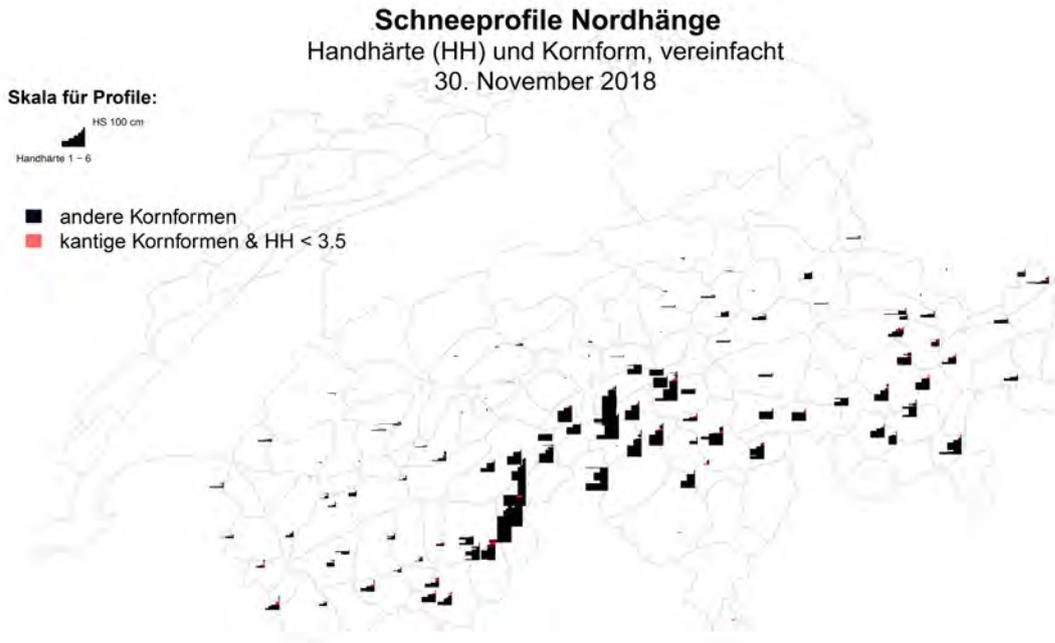


Abbildung 16: Mit dem Schneedeckenmodell SNOWPACK simulierte Schneeprofile an Nordhängen bei den IMIS-Stationen für den 30. November 2018. Dargestellt ist die modellierte Handhärte der Schichten. Die roten Schichten zeigen Schichten mit kantigen Schneekristallen mit einer relativ geringen Handhärte HH (Faust, vier Finger oder ein Finger) und kommen am ehesten als potentielle Schwachschichten in Frage.

Weiter im Norden hingegen war die Schneedecke zur gleichen Zeit noch dünn (Abbildung 16). Eine zusammenhängende Schneedecke war in diesen Gebieten nur an Nordhängen oberhalb von rund 2400 m vorhanden. Hier war der Schnee oft kantig aufgebaut und locker (Abbildung 18). Im Dezember wurde die aufgebaute Schneeoberfläche eingeschneit und bildete zunächst eine Schwachschicht in der Lawinen leicht ausgelöst werden konnten. Mit den weiteren Dezemberschneefällen wurden diese Schichten zunehmend überdeckt und waren meist nur noch an schneearmen Stellen auslösbar.

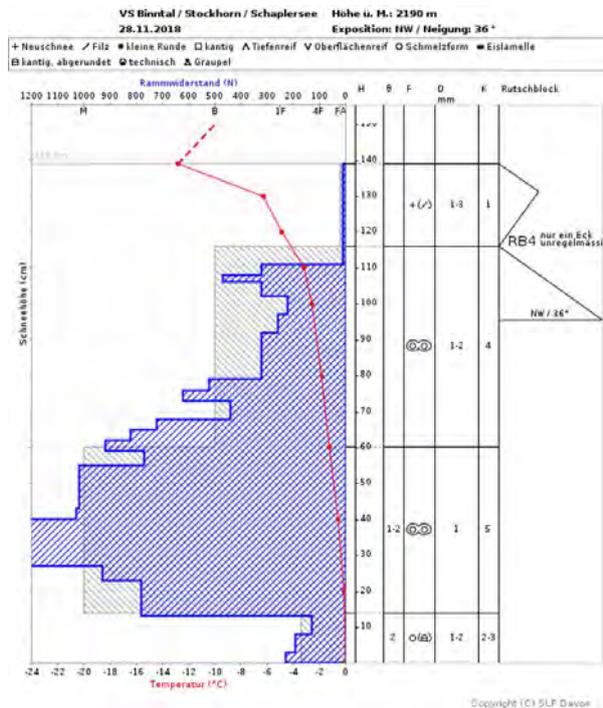


Abbildung 17: Schneeprofil vom 28. November 2018 am Stockhorn im Binntal (VS) auf rund 2100 m an einem Nordwesthang. Ein Teil des Neuschnees ist beim ersten Sprung mit Ski abgerutscht.

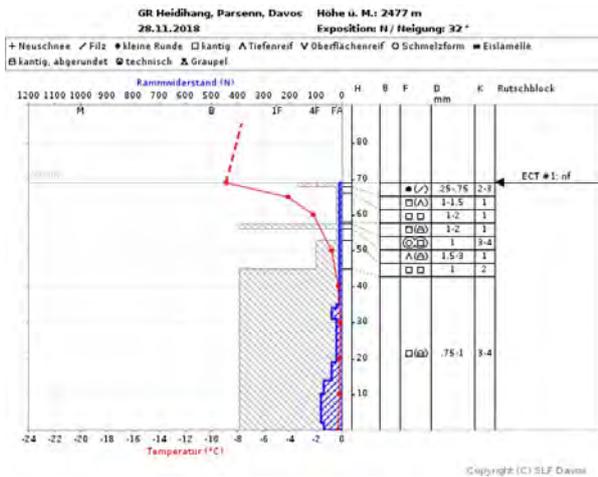


Abbildung 18: Schneeprofil vom 28. November 2018 in der Region Davos (GR) auf knapp 2500 m in einem Nordhang. In Stabilitätstests konnte kein Bruch initiiert werden. Dafür fehlte eine gebundene Schicht auf den aufbauend umgewandelten Schichten. Diese wurde jedoch mit dem nächsten Schneefall geliefert.

Regen an Weihnachten: Bildung einer langlebigen Schwachschicht

Vom 21. Dezember bis an Heiligabend fiel im Norden verbreitet intensiver Niederschlag. Die Schneefallgrenze lag dabei zwischen 2000 und 2400 m. Gegen Ende der Niederschläge sank die Schneefallgrenze rasch gegen 1300 m ab. In der Folge fielen unterhalb von 2000 m noch 20 bis 30 cm Schnee auf die vom Regen angefeuchtete Schneedecke oder auf den aperen Boden (Abbildung 19). Auf die intensiven Niederschläge folgten sonnige Tage mit klaren Nächten. Durch den starken Temperaturgradienten bildete sich oberhalb des Altschnees vor allem in den Höhenlagen um den Waldgrenzbereich eine kantig aufgebaute Schicht, die über längere Zeit störanfällig war. Nur wenig mit Schnee überdeckt führte sie vor allem im Januar und Februar im Westen immer wieder zu Lawinenauslösungen.



Abbildung 19: Dank dem schnellen Absinken der Schneefallgrenze an Heiligabend, gab es auch in mittleren Lagen weisse Weihnachten, Wildhaus (SG)(Foto: P. Diener, 24.12.2018).

Grossschneefälle im Osten: Bildung einer stabilen Schneedecke

In der ersten Januarhälfte schneite es vor allem am zentralen und östlichen Alpennordhang und in Graubünden immer wieder ergiebig. In diesen Regionen wurden allfällige Schwachschichten in der Altschneedecke mächtig überdeckt. Lawinenauslösungen in bodennahen Schichten waren in der Folge kaum noch möglich. Wegen der anhaltenden und intensiven Niederschläge konnten sich innerhalb der Schneedecke keine neuen langlebigen Schwachschichten bilden. Lawinenauslösungen ereigneten sich während der Niederschläge im Neu- und Triebsschnee. Nach Niederschlagsende verfestigte sich die Schneedecke rasch und war in der Folge in den neuschneereichen Gebieten sehr stabil (Abbildung 20).

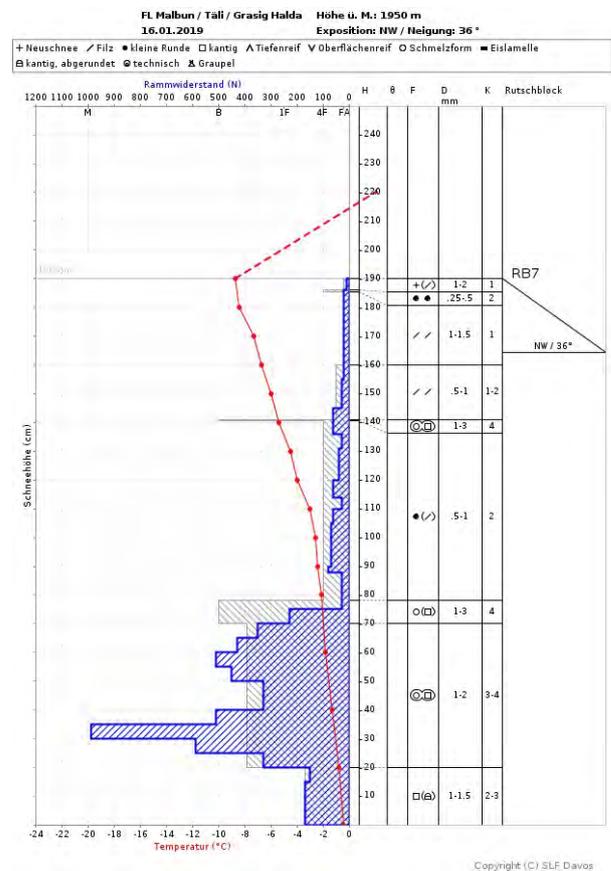


Abbildung 20: Schneeprofil vom 16. Januar 2019 in Malbun (Liechtenstein) aus einem Nordwesthang auf knapp 2000m zwei Tage nach dem Ende des Grossschneefalls. Gut sichtbar sind die mächtigen Neuschneesichten und darunter die ebenfalls mächtige Schmelzharskruste, die sich in Folge des Regens um Weihnachten gebildet hat. Sie wird hier noch von einer weichen, aufbauend umgewandelten Schicht überlagert.

Weniger Neuschnee im Westen: der Beginn eines anhaltenden Altschneeproblems

Am westlichen Alpennordhang und im Wallis fiel Anfang Januar deutlich weniger Schnee als im Osten. Somit waren Schwachschichten im Altschnee weniger mächtig überdeckt und weiterhin störanfällig. Vor allem im Chablais, in den Waadtländer und Freiburger Alpen und in Teilen des westlichen Berner Oberlandes befanden sich in der Schneedecke im Bereich der Schmelzkruste, die sich nach den intensiven Regenfällen an Weihnachten gebildet hatte, stark aufgebaute Schneeschichten. Die Schwachschicht war vor allem im Bereich der Waldgrenze sehr störanfällig und zahlreiche Lawinen wurden in diesem Höhenbereich ausgelöst. Diese blieb über lange Zeit aktiv. Obwohl die Auslösungen in dieser Schicht mit der Zeit abnahmen, wurden bis Ende Februar immer wieder Lawinenauslösungen gemeldet, die mit dieser Schwachschicht in Verbindung gebracht werden konnten. Ein solches Beispiel ereignete sich in der Region Hohmattli (Plaffeien, FR), wo am 21. Januar Personen eine Lawine im bodennahen Altschnee auslösten (Abbildung 21). Ein Schneeprofil oberhalb des Lawinenanrisses zeigt das Altschneeproblem deutlich auf (Abbildung 22). Oberhalb der Schmelzharschkruste, die sich anschliessend an den Weihnachtsregen gebildet hatte, befand sich eine weiche Schwachschicht, bestehend aus kantig aufgebauten Kristallen und Becherkristallen. In dieser Schicht wurde die Lawine ausgelöst.



Abbildung 21: Lawine, angerissen im bodennahen Altschnee in einem knapp 35° steilen Nordhang auf ca. 1800 m bei Hohmattli, Plaffeien, FR (Foto: F. Thalmann, 21.01.2019).

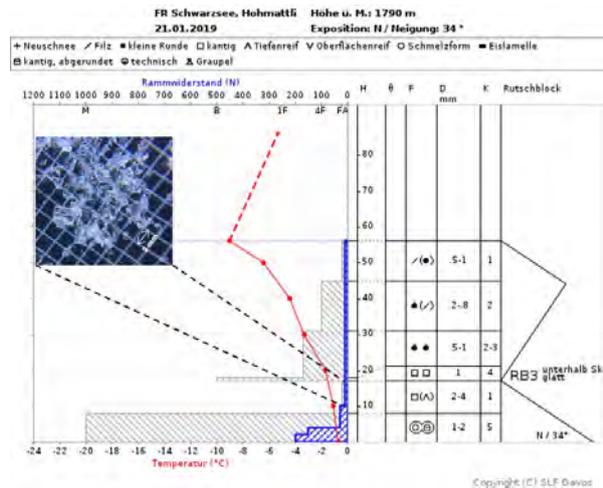


Abbildung 22: Schneeprofil vom 21. Januar 2019 (Nordhang, 1790 m, Hohmattli, Plaffeien, FR) oberhalb des Lawinenanrisses aus Abbildung 26. Die untersten 10 cm entsprechen der Schmelzharschkruste, die nach dem Regen an Weihnachten entstanden ist. Darüber liegt eine sehr weiche Schicht mit 2 bis 4 mm grossen kantigen Körnern und Becherkristallen (s. Foto links oben von F. Thalmann, 21.01.2019). Diese ist wiederum von einer etwas härteren Schicht überdeckt. Die weiche Schicht ist die störanfällige Schwachschicht, in der die Lawine angebrochen war und in der auch beim Stabilitätstest der Bruch erfolgte.

Aufbauende Umwandlung während langer Trockenphase - Eine weitere Schwachschicht wird eingeschnitten

Nach den Grossschneefällen im Januar folgte eine knapp zweiwöchige Periode ohne bedeutende Niederschläge und mit unterdurchschnittlichen Temperaturen. Während dieser Zeit konnten sich die oberflächennahen Schichten verbreitet aufbauend umwandeln. Zudem bildete sich vielerorts grosser Oberflächenreif (Abbildung 23, Abbildung 24). Diese ungünstige Oberfläche wurde ab dem 26. Januar eingeschnitten und bildete eine störanfällige Schwachschicht, in der sich zahlreiche Lawinenauslösungen ereigneten. Besonders prominent und anhaltend war das Altschneeproblem in tiefen und mittleren Lagen in den Voralpen. Zahlreiche Lawinen lösten sich unterhalb der Waldgrenze. So ging zum Beispiel am 2. und 3. Februar 2019 je eine Lawine an der Chrüzegg (SG) an einem Nordhang auf einer Höhe von rund 1250 m ab. In dieser Höhenlage und Region sind Lawinen normalerweise eher selten.

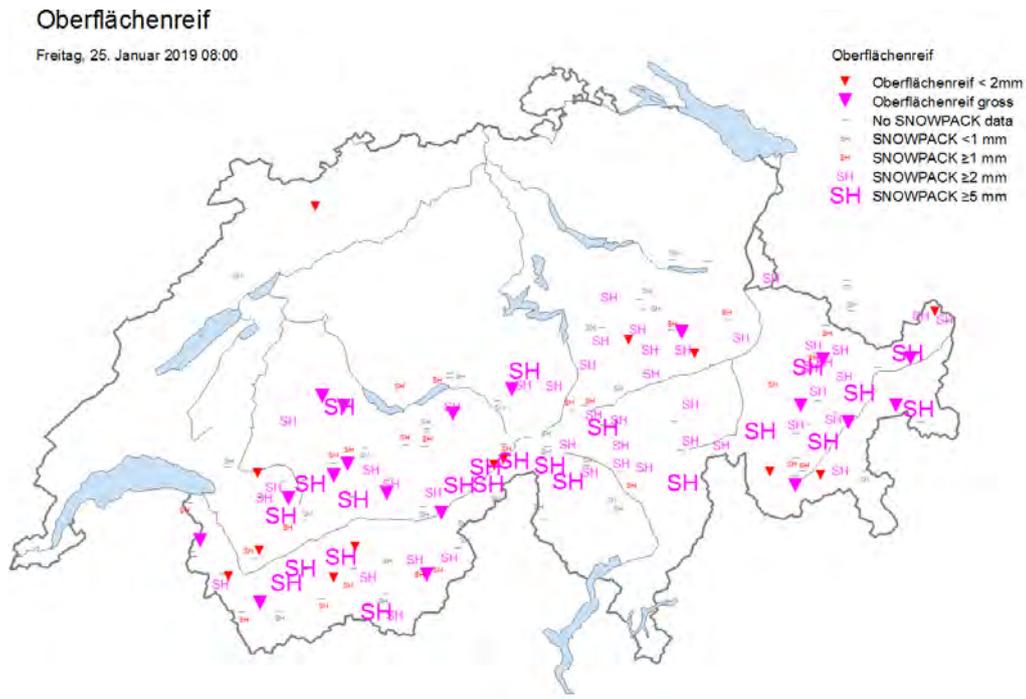


Abbildung 23: Auf der Karte werden sowohl alle Beobachtungen von Oberflächenreif (rote Dreiecke) als auch der an den IMIS-Stationen mit dem Schneedeckenmodell SNOWPACK berechnete Oberflächenreif dargestellt (Symbol SH). Je grösser die Symbole, desto grösser der Oberflächenreif.



Abbildung 24: So schön und doch so gefährlich, wenn er eingeschneit wird: grosser Oberflächenreif im Trient-Gebiet (VS) am 25. Januar 2019 (Foto: J.L. Lugon).

Ab Mitte März insgesamt stabile Schneedecke

Im verbleibenden Winter wurden keine ausgeprägten, langlebigen Schwachschichten mehr eingeschneit. Die bestehenden Schwachschichten stabilisierten sich zunehmend und so war die Schneedecke insgesamt relativ stabil. Trockene Lawinen wurden meist nur noch in oberflächennahen Schichten ausgelöst. Die insgesamt stabile Schneedecke wirkte sich auch auf die Entstehung von Nassschneelawinen aus. Diese war bis Mitte April trotz fortschreitender Durchfeuchtung eher bescheiden. Diese relativ tiefe Aktivität ist zumindest teilweise auf das Fehlen einer prominenten, grossflächig vorhandenen Schwachschicht in den Höhenlagen und Expositionen, wo die Schneedecke angefeuchtet war, zurückzuführen.

Ende April: Durchfeuchtung der Nordhänge

In den Höhenlagen zwischen rund 2200 und 2400 m hingegen war an Nordhängen an der Nordseite des Alpenhauptkammes verbreitet tief in der Schneedecke eine Schwachschicht erhalten geblieben. Durch intensiven Regen bis in hohe Lagen zwischen dem 22. und 26. April wurde die Schneedecke in diesen Höhenlagen an Nordhängen durchfeuchtet und geschwächt. Dadurch gingen in diesen Regionen zahlreiche, auch sehr grosse, nasse Lawinen an Nordhängen nieder. Eine solche Lawine wurde zum Beispiel bei Hospental im Kanton Uri gesprengt (Abbildung 54, S. 38).

Winterende

Der Mai war meist trüb und kühl. Mehrere Schneefälle liessen die Verhältnisse immer wieder winterlich werden. Mit der starken Sonneneinstrahlung, den langen Frühlingstagen und den Frühlingstemperaturen beruhigte sich die Lawinensituation jedoch jeweils wieder relativ schnell nach den Niederschlägen. Trockene Lawinen lösten sich mehrheitlich im Neu- und Triebsschnee im Hochgebirge. Nasse Lawinen gingen nur wenige ab, was wohl einerseits auf die verhältnismässig kühlen Temperaturen, andererseits auf die stabile Schneedecke zurückzuführen ist.

Mit warmen Sommertemperaturen und einigen Tagen mit sehr intensiven Regenfällen schmolz die Schneedecke im Juni rasant.

Übersicht Schneedeckenaufbau in drei Grossregionen

Für eine Übersicht der potentiellen Schwachschichten in der Schneedecke wurde deren Anteil aus simulierten Schneeprofilen an den automatischen Messstationen (Flachfelder) mit dem Schneede-

ckenmodell SNOWPACK jeweils morgens berechnet und in Abbildung 25 dargestellt. Die Schweizer Alpen wurden dafür von Norden nach Süden in drei Grossregionen unterteilt: nördliche Gebiete, inneralpine Gebiete, südliche Gebiete.

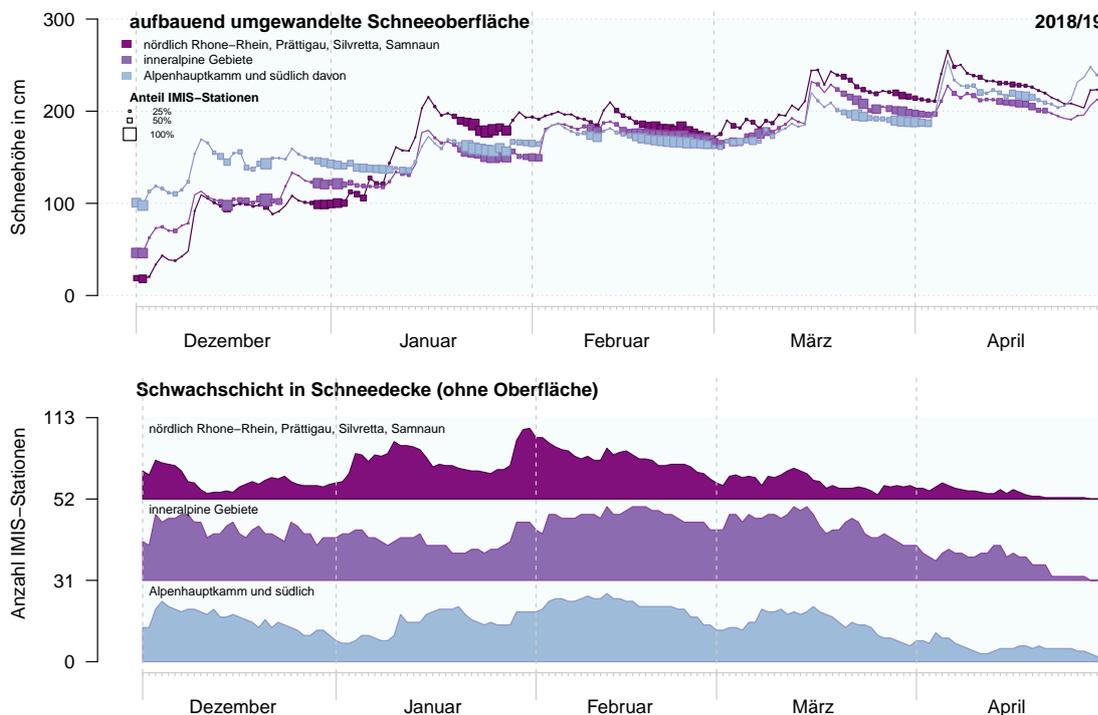


Abbildung 25: Anteil der Flachfelder mit grobkörnig, kantig aufgebauten und weichen Schichten im Winter 2018/19, simuliert mit dem Schneedeckenmodell SNOWPACK für Flachfelder an den automatischen Messstationen. Dies für die obersten 10 cm der Schneedecke (obere Grafik) sowie für die obersten 100 cm der 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.

Im Frühwinter wurden vor allem in den inneralpinen Gebieten und im Süden bereits Schwachschichten eingeschneit. Im zunächst noch schneearmen Norden hingegen war der Anteil der Stationen mit eingeschneiten weichen Schichten noch deutlich niedriger. Über den ganzen Winter wurde die Oberfläche nach den grossen Schneefällen immer wieder kantig aufgebaut. Anfang Februar, nachdem sich die oberflächennahen Schichten in der zweiten Januarhälfte bei anhaltend trockenem Wetter und tiefen Temperaturen aufbauend umgewandelt hatten, wurden diese im Norden und in den inneralpinen Gebieten grossflächig überschneit. Dies widerspiegelt sich in einem starken Anstieg in der Anzahl Stationen mit potentiellen Schwachschichten in diesen Gebieten. Anschliessend nahmen im Norden die Schwachschichten in der Schneedecke sukzessive ab, es wurden keine langlebigen Schwachschichten mehr grossflächig eingeschneit. Im März waren nur noch an einem kleinen Teil der Stationen Schwachschichten in der Schneedecke

vorhanden.

In den übrigen Gebieten präsentierte sich die Situation anders. Vor allem in den inneralpinen Gebieten waren bei fast allen Stationen noch bis Mitte März Schwachschichten in der Schneedecke. Die darauffolgende Abnahme ging auch nur langsam von statten und erst ab der zweiten Aprilhälfte waren kaum noch strukturell schwache Schichten vorhanden. Im Süden war der Verlauf sehr ähnlich, prozentual waren jedoch etwas weniger Stationen betroffen.

Über den gesamten Winter betrachtet, waren wie aus klimatischen Gründen üblich in den inneralpinen Gebieten Schwachschichten in der Schneedecke am meisten verbreitet.

Übersicht Durchfeuchtung der Schneedecke an Flachfeldern

Der Grad der Durchfeuchtung wurde (jeweils nachmittags) aus dem simulierten Wassergehalt der Schneedecke mit dem Schneedeckenmodell

SNOWPACK ermittelt. Die Darstellung des Wassergehaltes wird in vier Klassen unterteilt: trocken, teilweise feucht, durchfeuchtet oder kein Schnee. Die Schneedecke gilt dabei als durchfeuchtet, wenn so viel Wasser in der simulierten Schneedecke vorhanden ist, dass im Mittel ein volumetrischer Wassergehalt von 3 % erreicht oder überschritten wird. Abbildung 26 zeigt den Wassergehalt der Schneedecke an Flachfeldern im zeitlichen Verlauf von Dezember 2018 bis Mai 2019.

Im Dezember führten zwei Niederschlagsereignisse mit hoher Schneefallgrenze jeweils an rund einem Viertel der Stationen zu kurzzeitiger Anfeuchtung der oft noch relativ geringmächtigen Schneedecke.

Mit den aussergewöhnlich tiefen Januartemperaturen nahm die Feuchtigkeit an den Stationen bis

Mitte Februar kontinuierlich ab. Anschliessend begann die Durchfeuchtung an den tief gelegenen Stationen, sie war aber bis in die zweite Märzhälfte gering. Erst in der zweiten Aprilhälfte war die Schneedecke an mehr als drei Viertel der Stationen teilweise feucht, davon knapp 50 % durchfeuchtet. Einige tief gelegenen Stationen aperten langsam aus. Im Mai schritt die Durchfeuchtung aufgrund der kühlen Witterung recht langsamfort. Erst Ende des Monats waren die meisten Stationen durchfeuchtet und rund 10 % der Stationen schneefrei. An Südhängen waren zwei Drittel der Stationen bereits Ende Februar das erste Mal durchfeuchtet. An Nordhängen war der Verlauf dem der Flachfelder sehr ähnlich.

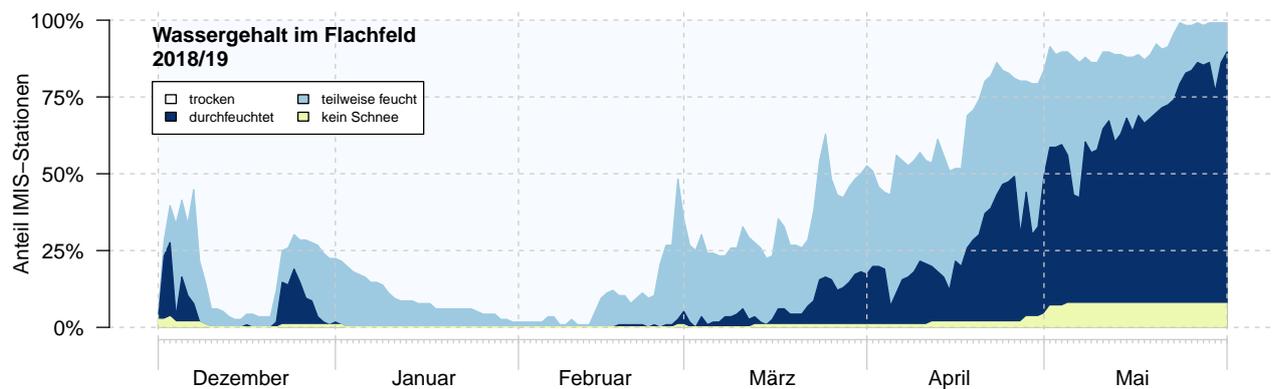


Abbildung 26: Grad der Durchfeuchtung der Schneedecke an Flachfeldern. Der Wassergehalt wird anhand der Schneedeckensimulation mit dem Modell SNOWPACK und den Messdaten der jeweiligen IMIS-Stationen simuliert.