



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

Schneehöhenverlauf

Relative Schneehöhen

Im Folgenden wird die prozentuale Abweichung der mittleren monatlichen Schneehöhen des Winters 2018/19 für die Monate November bis April auf Stationshöhe im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Periode von 1971 bis 2000 dargestellt. Unterdurchschnittliche Schneehöhen sind rot, überdurchschnittliche Schneehöhen blau eingefärbt. Die Daten stammen von den Beobachtereinstationen des SLF und der MeteoSchweiz sowie den automatischen IMIS-Stationen (IMIS: Interkantonales Mess- und Informationssystem). Grossräumige Muster sind aussagekräftig, kleinräumige Muster oder Wertesprünge dagegen sollten nicht zu stark gewichtet werden. Im Abschnitt *Schneehöhenverlauf an ausgewählten Beobachtereinstationen* (vgl. unten) ist die zeitliche Entwicklung der Schneehöhe an verschiedenen repräsentativen Stationen dargestellt.

Der **Oktober** 2018 war aussergewöhnlich warm und sehr sonnig. Die Nullgradgrenze lag meist im Hochgebirge. Am 27. Oktober beendete eine Südostlage den Altweibersommer und brachte bedeutende Niederschläge, die auch nach Norden übergriffen. Bis dahin lag ausser im Hochgebirge noch kaum Schnee, so dass der Schnee verbreitet auf aeren Boden fiel und vielerorts den Tag des ersten Einschneiens markierte. In den folgenden Tagen fielen vor allem im Süden in der Höhe sehr grosse Schneemengen. Oberhalb von 2500 m fielen dort teilweise bis zu 3 m Neuschnee in 6 Tagen.



Abbildung 6: Weisses Erwachen für die vierbeinigen Bewohner des Val Lumnezia (GR, 1260 m) am 28. Oktober, nach einem herrlichen Altweibersommer (Foto: N. Vanhaelen).

Der **November** war im Süden sehr trüb und häufig von Niederschlägen geprägt. Im Norden war es hingegen sonniger und sehr trocken. Bis zur Monatsmitte war es in den Bergen mild. Erst in der zweiten Monatshälfte fiel das Quecksilber und erreichte winterliche Temperaturen. Nach dem kräftigen Wintereinbruch Ende Oktober führten auch im November Südostlagen immer wieder zu Niederschlägen im Süden. Im Norden hingegen blieb es meist trocken. Infolgedessen war die mittlere Schneehöhe des Monats am Alpenhauptkamm und südlich davon für diese Jahreszeit deutlich überdurchschnittlich. Nur in den Tälern blieb sie aufgrund der milden Temperaturen unterdurchschnittlich (Abbildung 9, oben links). Gegen Norden nahm die Schneehöhe rasch ab, nördlich des Alpenhauptkammes lag auch Ende Monat noch kaum Schnee. Im Jura lag noch kein Schnee.

Während im November Südostlagen das Wettergeschehen dominierten, waren im **Dezember** vorwiegend West- und Nordwestwinde für das Wetter verantwortlich. Sie brachten im Norden wiederholt Niederschlag. Im Süden hingegen war es mit häufigem Nordföhn oft sonnig und mild.

Zunächst schneite es im Norden nur in hohen Lagen. Während einer zweiten Niederschlagsperiode vom 8. bis zum 10. Dezember fiel dann viel Schnee, zeitweise bis in tiefe Lagen. Somit hatte der Winter auch im Norden definitiv Einzug gehalten und im gesamten Schweizer Alpenraum war oberhalb von 2000 m eine geschlossene Schneedecke vorhanden.

Zwei weitere Niederschlagsereignisse mit hoher Schneefallgrenze in den Tagen vor Weihnachten brachten am Alpennordhang in der Höhe erneut viel Schnee, so dass Ende Dezember die Schneehöhen am gesamten Alpenhauptkamm sowie im restlichen Wallis und Graubünden überdurchschnittlich waren (Abbildung 9, oben rechts). Über den gesamten Monat betrachtet war die Schneehöhe im Wallis am überdurchschnittlichsten. Aufgrund der oft hohen Schneefallgrenze blieb die Schneehöhe in den Alpentälern jedoch weiterhin stark unterdurchschnittlich. Da sich die Niederschläge im Dezember auf den Norden konzentrierten, war im Tessin die Schneehöhe meist nur noch durchschnittlich oder sogar unterdurchschnittlich, nur im Nordtessin war sie noch leicht überdurchschnittlich. Auf den höchsten Juragipfeln war die Schneehöhe durchschnittlich, sonst lag im Jura nur wenig Schnee.

Im **Januar** blieb die Verteilung der Schneefälle ähnlich wie bereits im Dezember: im Norden viel Niederschlag, im Süden oft trocken. Im Einfluss wiederholter Nordostlagen fiel zwischen dem 2. und

15. Januar am zentralen und östlichen Alpennordhang und in Nordbünden verbreitet 2 bis 3 m Neuschnee. Die 10-Tages-Neuschneesumme vom 5. bis am 15. Januar entsprach von Liechtenstein über das Prättigau bis nach Arosa und Davos verbreitet

den höchsten oder zweithöchsten je gemessenen Werten. In Abbildung 7 ist die Wiederkehrdauer eines solchen Niederschlagsereignisses aufgezeigt. Hierfür wurde die gesamte Periode, also 15 Tage betrachtet.

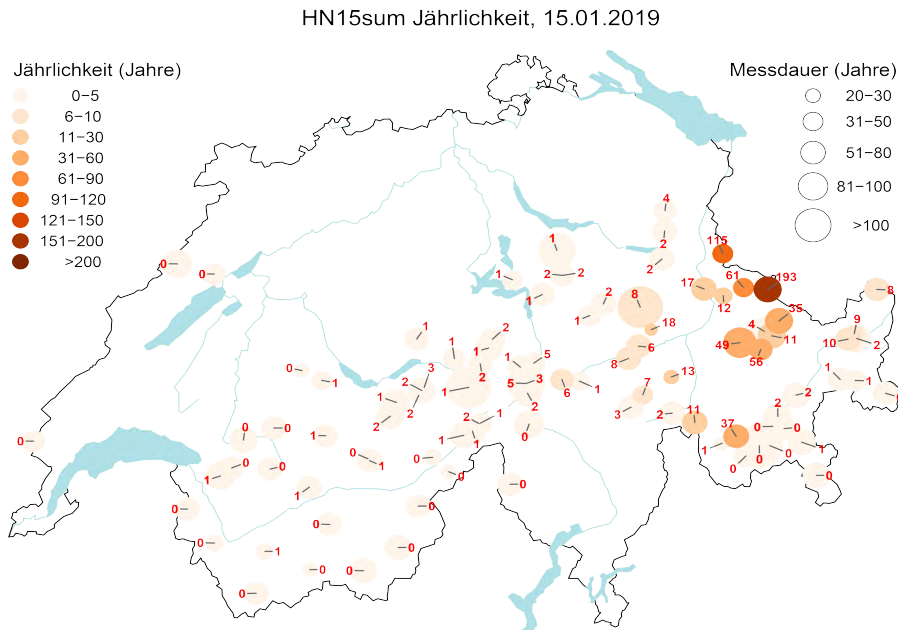


Abbildung 7: Jährlichkeit der Neuschneesumme über 15 Tage vom 1. bis am 15. Januar 2019.

In der zweiten Monatshälfte war es meist trocken. Erst in der letzten Januarwoche fiel erneut Schnee im Norden, diesmal lag der Schwerpunkt jedoch im Westen. Insgesamt fielen im Januar im Osten verbreitet 140 bis 220 % des Normniederschlags der Referenzperiode für den Niederschlag von 1981 bis 2010. Im Westen waren die Niederschlagsmengen in etwa durchschnittlich. Im Süden hingegen war es aussergewöhnlich trocken. Dort gab es mit nur 10 bis 50 % der Normmenge zum Teil kaum Niederschlag.

Zudem war es gemäss MeteoSchweiz im Norden in den Bergen mit einer regionalen Mitteltemperatur von $-8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ der kälteste Januar seit über 30 Jahren. Im Süden hingegen war es aussergewöhnlich mild. Die mittleren Januarschneehöhen waren im Osten stark überdurchschnittlich (Abbildung 9, Mitte links). Mit den tiefen Temperaturen schneite es häufig bis in tiefe Lagen, so dass die Schneehöhe dort vor allem auch in den Tälern stark überdurchschnittlich war. Auch im Jura zeigte sich der Effekt der kühlen Temperaturen. Dort waren die Schneehöhen im Januar durchschnittlich. Auch im Wallis waren die Schneehöhen weiterhin überdurchschnittlich. Weniger Niederschlag während der kalten Januarphase führte hier jedoch dazu, dass in den Tälern die Schneehöhe unterdurchschnittlich blieb. Am Alpensüdhang hatte es seit Ende November kaum noch geschneit. Somit waren die

Schneehöhen dort inzwischen zum Teil stark unterdurchschnittlich. In den übrigen Gebieten lagen die Schneehöhen im Bereich des Durchschnitts oder leicht darüber.



Abbildung 8: Mountainbiken statt Skifahren... Wintersport im mittleren Tessin Ende Januar (Foto: L. Silvanti, 26.01.2019).

In der ersten **Februar**hälfte gab es in allen Regionen der Schweizer Alpen etwas Niederschlag. Zuerst im Westen und, seit langem das erste Mal wieder im Süden, dann im Norden. Ab Mitte Februar war das Wetter hochdruckdominiert und sehr mild. Mit der Wärme aperten die Täler, die im Januar überdurchschnittlich viel Schnee hatten, wieder aus (Abbildung 9, Mitte rechts). Trotz der milden Temperaturen war die Schneeschmelze in

der Höhe langsam: Innerhalb von zwei Wochen nahm die Schneehöhe an den Flachfeldstationen meist nur um 20 bis 30 cm ab. Aufgrund des fehlenden Schneedeckenzuwachses nahm die relative Schneehöhe ab. Die mittlere Schneehöhe im Februar war nur noch im Osten und im Wallis leicht überdurchschnittlich, sonst durchschnittlich und im Süden weiterhin unterdurchschnittlich.

Die erste **Märzhälfte** war von starken Stürmen und wechselhaftem Wetter geprägt. Vom 6. bis zum 7. März fiel beim ersten nennenswerten Niederschlag im Süden seit fast fünf Wochen knapp 0.5 m Schnee. Ansonsten war auch im März der Niederschlag auf den Norden konzentriert. Das grösste Niederschlagsereignis im März fand vom 15. bis am 16. März statt. Dabei fiel im Norden verbreitet 50 bis 80 cm Schnee, gegen Süden weniger. Während der zweiten Monatshälfte etablierte sich eine anhaltende Hochdrucklage, die verbreitet zu sonnigem Wetter und milden Temperaturen führte.

An der Schneehöhenverteilung änderte sich im März im Vergleich zum Februar nur wenig (Abbildung 9, unten links). Im Jura nahm die relative Schneehöhe ab. Durchschnittlich war die Schneehöhe nur noch auf den höchsten Juragipfeln. Auch in Graubünden waren die Schneehöhen weniger überdurchschnittlich.

Während die Frühlingssonne dazu führte, dass die Schneeschmelze einsetzte, hielten einige Starkniederschläge gegen den Fortschritt des Frühlings. Anfang Monat lag die Schneegrenze an Nordhän-

gen im Norden bei 1000 bis 1400 m, im Süden bei 1600 bis 1800 m. An Südhängen lag sie etwa 500 m höher.

Das erste Mal seit November waren die Niederschläge im **April** nicht auf den Norden konzentriert. Südstaulagen führten zu zwei markanten Niederschlagsereignissen im Süden, die aber auch weit nach Norden übergriffen.

Am 3. und 4. April floss aus Süden milde und feuchte Luft über die Alpen, während die Alpen-nordseite aus Westen von kalten Luftmassen erfasst wurde. Die aus Süden über die Kaltluft gleitende feuchte Luft löste am zentralen Alpen-nordhang extreme Schneefälle aus (Quelle: MeteoSchweiz). Dabei wurden im Meiental Rekord-2-Tages-Neuschneesummen verzeichnet. Gegen Ende Monat blies mit dem Niederschlag im Süden gleichzeitig im Norden starker Föhn. Dieser trieb mit den einhergehenden warmen Temperaturen die Schneeschmelze im Norden voran. Im Vergleich zum März stiegen die relativen Schneehöhen aufgrund der starken Aprilniederschläge in den meisten Regionen leicht an, einzig in Nord- und Mittelbünden nahmen sie ab (Abbildung 9, unten rechts). Da es zum Teil bis in mittlere Lagen viel Neuschnee gab, stiegen diese vor allem auch im Jura und in den Voralpen nochmals deutlich an. Im Oberwallis und im Engadin waren die Schneehöhen wegen der Südstaulagen im April wieder überdurchschnittlicher als im März.

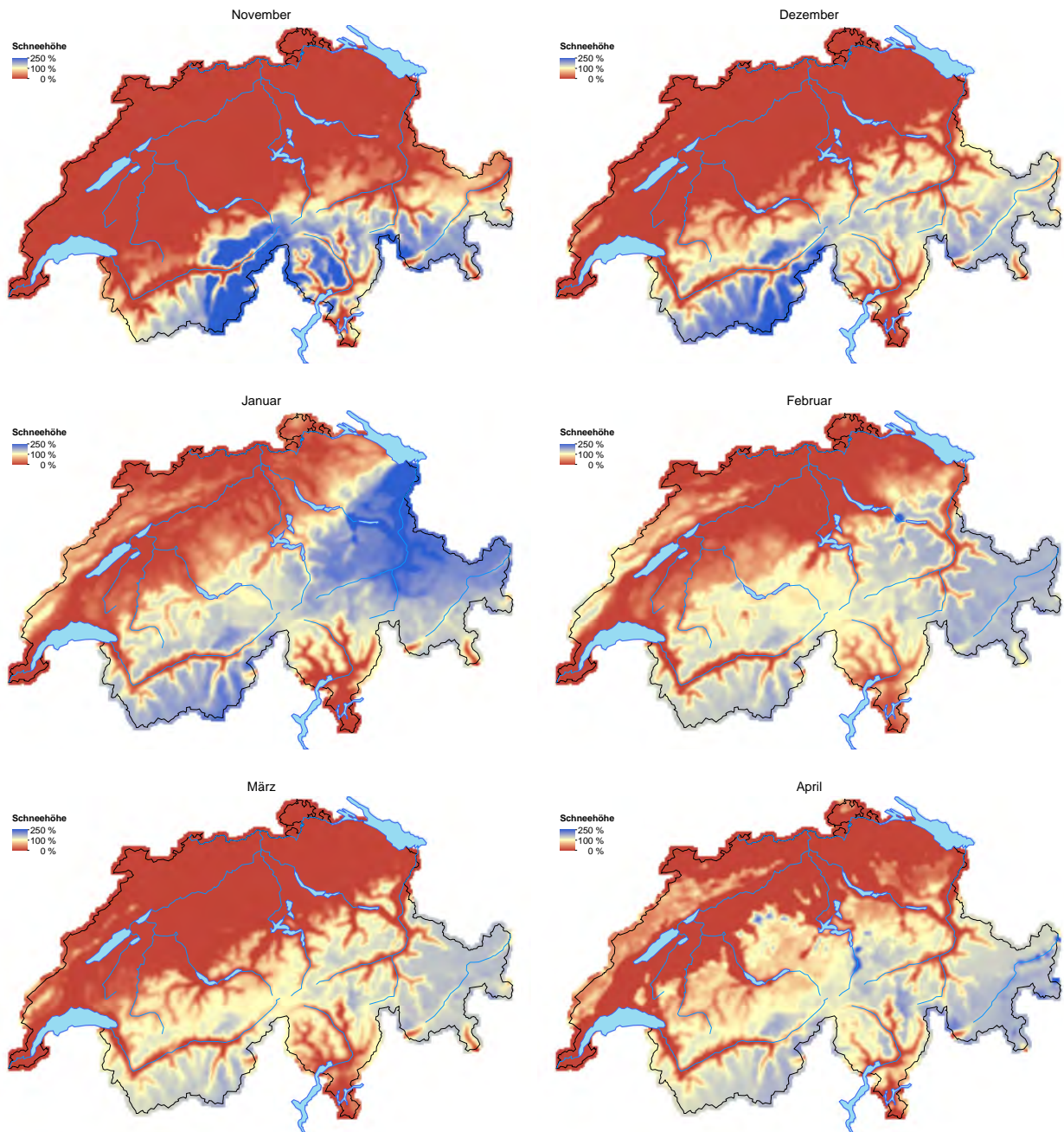


Abbildung 9: Schneehöhen im Vergleich zum langjährigen Mittel (1971-2000). Die Grafiken zeigen die prozentuale Abweichung der mittleren monatlichen Schneehöhen des Winters 2018/19 auf Stationshöhe im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Periode von 1971 bis 2000. Unterdurchschnittliche Schneehöhen sind rot, überdurchschnittliche Schneehöhen blau dargestellt. Die Daten stammen von den Beobachterstationen des SLF und der MeteoSchweiz sowie den automatischen IMIS-Stationen. Bei der Interpretation muss beachtet werden, dass nur grossräumige Muster aussagekräftig sind. Kleinräumige Muster oder Wertesprünge dürfen nicht zu stark gewichtet werden.

Der **Mai** war aussergewöhnlich kühl und sonnenarm. Es schneite immer wieder bis in mittlere Lagen, Anfang Mai sogar bis in tiefe Lagen. Die Mai Neuschneesummen waren klar überdurchschnittlich und auch die Schneehöhen waren Anfang Mai in allen Gebieten überdurchschnittlich für diese Jahreszeit. Mit dem oft trüben und kalten Wetter schmolz der Schnee dieses schneereichen Win-

ters in der Höhe nur langsam. Zusammen mit den grossen Neuschneemengen führte dies dazu, dass die Schneehöhen im Mai insgesamt eher zu- als abnahmen und Ende Mai in hohen Lagen immer noch aussergewöhnlich viel Schnee lag.

Juni

Nach dem kühlen und feuchten Frühlingsende zeig-

te sich der erste Sommermonat insgesamt von seiner warmen und sonnigen Seite. Der zweitwärmste **Juni** seit Messbeginn trieb die Schneeschmelze, die im Mai sehr schwach ausgefallen war, schnell voran. Während zum Monatswechsel an mehr als 60% der Messstationen in hohen Lagen Schneehöhenrekorde für das Datum zu verzeichnen waren, beschleunigten gewittrige Starkniederschläge mit meist hoher Schneefallgrenze in der ersten Junihälfte und eine extreme Hitzewelle in der zweiten Junihälfte die ohnehin starke Schneeschmelze im Juni zusätzlich. Somit nahmen die Schneehöhen ausserordentlich schnell ab. Am einzigen langjährigen Messfeld in hohen Lagen, auf dem Weissfluhjoch Davos (2536 m, GR) wurde eine so starke Abnahme der Schneehöhe im Monat Juni gemessen wie noch nie seit Messbeginn vor 83 Jahren. In mittleren Lagen (1000 bis 2000 m) aperte die Schneedecke weitgehend aus. In der Höhe lag Ende Juni immer noch etwas mehr Schnee als normal um diese Jahreszeit. Dies besonders am nördlichen Alpenkamm und in Nordbünden, wo teils noch zwischen 1 und 2 m Schnee lag. Im Wallis und im Süden hingegen waren die Gletscher stellenweise schon aper.

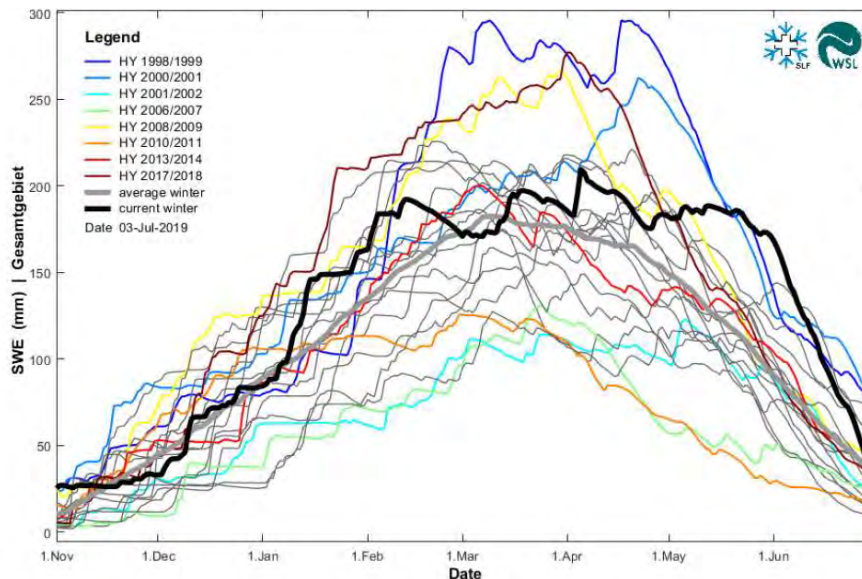
Über den ganzen Monat Juni betrachtet, waren die Schneehöhen aussergewöhnlich. 80% aller automatischen Stationen registrierten dann auch eine mittlere Junischneehöhe, die zu den drei grössten

seit Messbeginn vor gut 20 Jahren gehört.

Ganzer Winter

Der Grossteil der höher gelegenen Messstationen wurde am 27. Oktober eingeschneit. Der Winter war im Norden einer der sechs schneereichsten der letzten 20 Jahre. Vor allem Dezember und Januar waren sehr niederschlagsreich. Im Süden war der Winter aussergewöhnlich trocken, der Niederschlag fiel hauptsächlich in den Randmonaten November und April. Über die Schweiz gemittelt lag das Schneewasseräquivalent bis Anfang Januar etwa im Mittel der letzten 19 Jahre (Abbildung 10). Mit den grossen Januarniederschlägen stieg es an und blieb grösstenteils überdurchschnittlich, war bis zum Frühling aber nicht so stark überdurchschnittlich wie die sehr schneereichen Winter 1998/99, 2017/18 und 2008/09. Die Schneeschmelze war aufgrund kühler und trüber Witterung im Mai verzögert und so blieb das Schneewasseräquivalent den ganzen Mai hindurch relativ konstant und wurde zunehmend überdurchschnittlich. Zum Monatswechsel wurden sogar Maximalwerte der Messreihe aus dem Winter 1998/99 überschritten. Eine rasante Schneeschmelze im Juni führte dazu, dass das Schneewasseräquivalent Ende Juni wieder durchschnittliche Werte erreichte.

Abbildung 10: Vergleich des Schneewasseräquivalents über die ganze Schweiz in ausgewählten Wintern seit 1998/99. Herausgehoben sind der aktuelle Winter (fett schwarz) und der langjährige Durchschnitt (fett grau). Das Schneewasseräquivalent ist die in der Schneedecke gebundene Wassermenge. Das Wasservolumen (mm) entspricht dabei der Schneelast (kg/m²). Quelle: SLF/Operationeller schneehydrologischer Dienst.



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 2019 ist in der Grafik vermerkt. Die Beobachter messen in der Regel vom 1. November bis mindestens 30. April. Gebiete mit ähnlichem Schneehöhenverlauf im Winter 2018/19 werden zusammengefasst und anhand repräsentativer Stationen beschrieben.

Alpennordhang

Repräsentativ für den Alpennordhang wird hier der Schneehöhenverlauf an der langjährigen Messstation Trübsee oberhalb von Engelberg beschrieben (Abbildung 11). Die Station Trübsee liegt am zentralen Alpennordhang und somit mittig zwischen dem im Winter 2018/19 schneeärmeren westlichen und dem schneereicheren östlichen Alpennordhang. Bereits Ende Oktober wurde die Station mit dem ersten grossflächigen Schneefall des Winters eingeschneit, aperte jedoch wenige Tage danach wieder aus. Definitiv eingeschneit wurde das Messfeld erst mit dem verbreiteten Wintereinbruch im Norden am 8. Dezember. Während des restlichen Dezembers lag die Schneefallgrenze meist oberhalb von 2000 m, so dass die Schneehöhenbilanz an dieser Station bis zum Jahreswechsel wieder negativ war und die Schneehöhe unterdurchschnittlich blieb. Mit den Starkniederschlägen in der ersten Januarhälfte und den kühlen Temperaturen nahm die Schneehöhe dann aber deutlich zu. Bis Mitte Februar nahm sie mit mehreren kleineren Schneefällen weiter zu, bevor sie während der langen, milden Trockenperiode in der zweiten Februarhälfte wieder abnahm. Im März blieb die Schneehöhe relativ unverändert. Das Schneehöhenmaximum wurde am 5. April mit 220 cm Schnee, infolge des intensivsten Schneefalles des Winters (52 cm innerhalb eines Tages, 92 cm innerhalb von zwei Tagen) erreicht. In der Folge nahm die Schneehöhe zunächst wieder deutlich ab, blieb dann zwischen Mitte April und

Mitte Mai ziemlich konstant. Dies ist auf die kühlen Temperaturen im Mai und wiederholte Niederschläge zurückzuführen. Mitte Mai setzte definitiv die Frühlingsschneesmelze ein und die Schneehöhe nahm deutlich ab. Die Messreihe endet am 31. Mai bei einer Schneehöhe von 64 cm. Anhand von Wetterdaten, Schmelzraten und umliegenden automatischen Messstationen wurde das wahrscheinliche Ausaperungsdatum auf den 12. Juni geschätzt. Somit war die Station Trübsee an 186 Tagen permanent schneebedeckt. Davon schneite es an insgesamt 59 Tagen. An vier Tagen fiel zwischen 31 und 40 cm Schnee, an einem Tag (5. April) mehr als 50 cm.

Über den gesamten Winter betrachtet war die Schneehöhe in etwa durchschnittlich. Nur im Frühwinter war wegen des späteren Winterbeginns im Norden die Schneehöhe teilweise deutlich unterdurchschnittlich. Dies änderte sich jedoch infolge der anhaltenden Januarniederschläge. Wegen der verzögerten Schneesmelze im Frühling waren die Schneehöhen im Mai dann leicht überdurchschnittlich.

Der maximale Wasserwert wurde Mitte April mit 695 mm gemessen. Da die Wasserwertdaten ab Mitte April fehlen, ist nicht auszuschliessen, dass der Maximalwert erst Anfang Mai erreicht wurde. Der Wert liegt knapp unter dem Durchschnitt der Wasserwertmaxima aus der 68-jährigen Zeitreihe an der Station Trübsee. Das absolute Maximum wurde im Winter 1966/1967 mit 1260 mm erreicht.

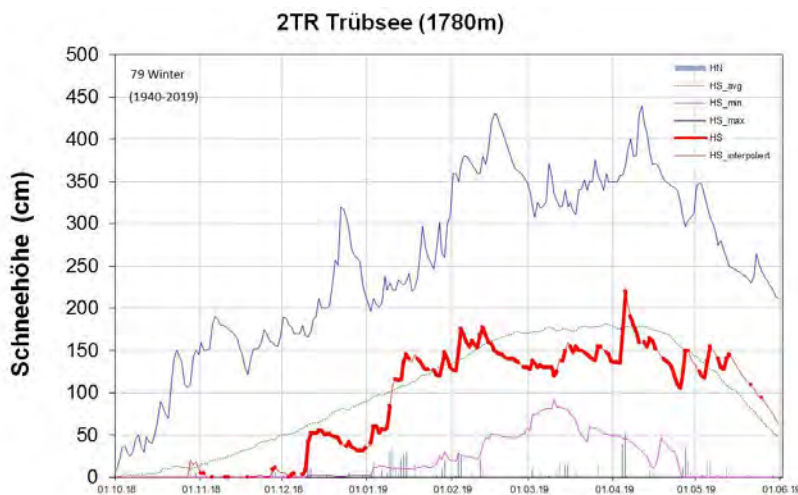


Abbildung 11: Schneehöhenverlauf an der Station 2TR, Trübsee (NW) 1780 m, (n=79 Jahre). Dargestellt sind Schneehöhe (rot, fett: gemessen, HS; rot, dünn: interpoliert, HS_interpoliert), Neuschnee (graue Säulen, HN), langjährige maximale Schneehöhen (dunkelblau, HS_max), langjährige minimale Schneehöhen (violett, HS_min) und langjährige mittlere Schneehöhen (grün, HS_avg).

Tabelle 1: Station 2TR, Trübsee (NW) 1780 m, (n=79 Winter) mit der Dauer der permanenten Schneebedeckung (Tage) und Anzahl Neuschneemessungen in Klassen (cm) innerhalb dieser Zeit.

Einschneien	08.12.2018	Neuschnee (cm)	0	0.1-10	11-20	21-30	31-50	≥51
Ausapern	12.06.2019	Anzahl Tage	128	34	13	7	4	1
Dauer	186	Häufigkeit %	68,8	18,3	7,0	3,8	2,2	0,5

Unterwallis

Repräsentativ für das Unterwallis wird hier der Schneehöhenverlauf an der langjährigen Messstation Fionnay auf 1500 m in der Gemeinde Bagnes (VS) beschrieben (Abbildung 12). Das erste Mal eingeschneit wurde das Messfeld wie vielerorts bereits während der Niederschlagsperiode Ende Oktober am 28. Oktober. Wegen der relativ tiefen Lage wurde jedoch nur wenig Schnee akkumuliert und so aperte die Station bereits 4 Tage später wieder aus. Die permanente Schneebedeckung begann somit erst rund einen Monat später am 26. November. Am 10. und 11. Dezember schneite es intensiv und so nahm die Schneehöhe, kurz bevor die Station wieder ausgeapert wäre, wieder deutlich zu. Der Schneefall vom 10. Dezember mit 44 cm war der grösste innerhalb eines Tages im Winter 2018/19. Zwischen dem 9. und 15. Januar schneite es wie im Norden der Schweizer Alpen teils ergiebig. Ab diesem Zeitpunkt war die Schneehöhe an der Station bis Ende April überdurchschnittlich. Im Februar und März bewegte sich die Schneehöhe zwischen 120 cm und 157 cm. Letzteres entspricht dem Schneehöhenmaximum des Winters an dieser

Station und wurde in Folge einer mehrtägigen Niederschlagsperiode am 15. März erreicht.

Ab dem 6. April begann die Schneehöhe markant abzunehmen, und so aperte das Messfeld am 4. Mai aus. Es folgte jedoch bereits zwei Tage später ein sehr intensiver Schneefall. Dieser überschritt mit 45 cm Neuschnee innerhalb eines Tages den maximalen Neuschneewert, der während der permanent eingeschneiten Periode erreicht worden war. Mit diesem Schnee war die Station noch einmal bis am 10. Mai eingeschneit.

Insgesamt lag an 159 Tagen, zwischen dem 26. November und dem 4. Mai, eine permanente Schneedecke. An 33 % dieser Tage schneite es. Meist beschränkten sich die Neuschneemengen innerhalb eines Tages auf weniger als 20 cm (29 % der Tage). Nur an 7 Tagen (rund 4 %) schneite es mehr als 20 cm.

Der maximale Wasserwert des Winters an der Station Fionnay wurde am 15. März mit einem Wert von 469 mm gemessen. Der Wert liegt leicht über dem Durchschnitt von 391 mm, welcher aus der 38-jährigen Messreihe berechnet wurde. Das absolute Maximum an der Station Fionnay beträgt 689 mm und wurde im Winter 1981/82 gemessen.

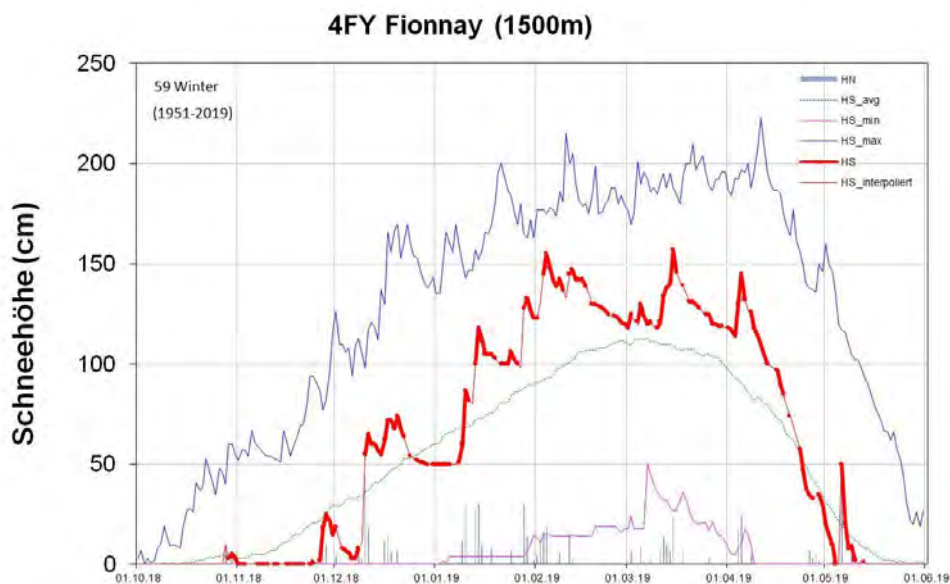


Abbildung 12: Schneehöhenverlauf an der Station 4FY, Fionnay, Bagnes (VS) 1500 m, (n=59 Jahre). Dargestellt sind Schneehöhe (rot, fett: gemessen, HS; rot, dünn: interpoliert, HS_interpoliert), Neuschnee (graue Säulen, HN), langjährige maximale Schneehöhen (dunkelblau, HS_max), langjährige minimale Schneehöhen (violett, HS_min) und langjährige mittlere Schneehöhen (grün, HS_avg).

Tabelle 2: Station 4FY, Fionnay, Bagnes (VS) 1500 m, (n=59 Winter) mit der Dauer der permanenten Schneebedeckung (Tage) und Anzahl Neuschneemessungen in Klassen (cm) innerhalb dieser Zeit.

Einschneien	26.11.2018	Neuschnee (cm)	0	0.1-10	11-20	21-30	31-50	≥51
Ausapern	04.05.2019	Anzahl Tage	106	34	12	6	1	0
Dauer	159	Häufigkeit %	66,7	21,4	7,5	3,8	0,6	0,0

Nord- und Mittelbünden, Unterengadin

Repräsentativ für die Regionen Unterengadin, Nord- und Mittelbünden wird in der Folge der Schneehöhenverlauf an der langjährigen Messstation Weissfluhjoch oberhalb von Davos auf 2540 m beschrieben (Abbildung 13). Anfang Oktober wurde die Station erstmals eingeschneit. Mit dem darauffolgenden milden Herbstwetter aperte das Messfeld jedoch nach ein paar Tagen wieder aus. Definitiv eingeschneit wurde die Station am 27. Oktober. Das durchschnittliche Einschneidatum der Normperiode 1981-2010 ist rund eine Woche früher, am 19. Oktober. Nach diesem ersten grossen Schneefall nahm die Schneehöhe bis Mitte November wieder ab. Anschliessend schneite es immer wieder etwas, aber erst ab Anfang Dezember stieg die Schneehöhe deutlich an. Nach den Starkschneefällen Mitte Januar änderte sich die Schneehöhe bis zum nächsten Grossschneefall Mitte März kaum, einige Schneefälle und kühles Wetter im Mai hielten der Schneeschmelze die Waage. So blieb die Schneehöhe mehr oder weniger konstant und nahm erst Anfang Juni deutlich ab. Mit teils intensivem Regen gefolgt von sonnigem und warmem Wetter ging die Schneeschmelze im Juni schnell von statten, so dass das Messfeld bereits rund einen Monat nach dem Einsetzen der starken Schneeschmelze am 8. Juli, nur zwei Tage später als im Durchschnitt der Normperiode, ausaperte. Der Anteil Tage mit Neuschnee lag bei 47% von insgesamt 254 Tagen mit einer permanenten Schneebedeckung. Mit 51 cm Neuschnee wurde am 28. Oktober noch im Herbst der Tag mit dem meisten Neuschnee des Winterhalbjahres an der Station Weissfluhjoch und gleichzeitig der einzige

Tag mit mehr als 50 cm Neuschnee verzeichnet. Die häufigsten Neuschneewerte (35% der Tage) betragen 10 cm oder weniger. Die übrigen Klassen sind mit 3 bis 5% der Tage alle ähnlich stark vertreten (Tabelle 3).

Die maximale Schneehöhe wurde am 15. März mit 308 cm erreicht, was knapp unterhalb der maximalen Schneehöhe für dieses Datum von 312 cm liegt. Die durchschnittliche Schneehöhe an diesem Tag ist mit 203 cm deutlich niedriger. Der absolute Schneehöhenrekord liegt für die Station Weissfluhjoch bei 366 cm und wurde am 9. März 1945 erreicht.

Wie verbreitet im Norden der Schweizer Alpen war die Schneehöhe meist überdurchschnittlich. Rekordschneehöhen zum jeweiligen Datum wurden denn auch mehrfach erreicht. Das erste Mal während der intensiven Januarniederschläge zwischen dem 14. und 18. Januar. Mit der nur langsam voranschreitenden Schneeschmelze konnten im Mai und Anfang Juni erneut an mehreren Tagen Rekordschneehöhen verzeichnet werden: Dies am 15., 21. und 22. Mai sowie zwischen dem 29. Mai und 4. Juni. Insgesamt wurden somit an 15 Tagen Rekordschneehöhen gemessen. Unterdurchschnittlich waren die Schneehöhen lediglich im Frühwinter sowie anschliessend an die extrem schnelle Junischneeschmelze ab dem 2. Juli.

Am 30. Mai wurde bei einer Schneehöhe von 278 cm mit 1313 mm ein Allzeitrekord des Wasserwertes an der Station Weissfluhjoch gemessen. Dieser Wert liegt knapp über dem bisherigen Rekord des Winters 1944/45 mit 1280 mm und deutlich über dem Mittelwert der Wasserwertmaxima der letzten 83 Jahre von 855 mm.



Abbildung 13: Schneehöhenverlauf an der Station 5WJ, Weissfluhjoch (GR) 2540 m, (n=85 Jahre). Dargestellt sind Schneehöhe (rot, fett: gemessen, HS; ; rot, dünn: interpoliert, HS_interpoliert), Neuschnee (graue Säulen, HN), die langjährigen maximalen Schneehöhen (dunkelblau, HS_max), langjährige minimale Schneehöhen (violett, HS_min) und langjährige mittlere Schneehöhen (grün, HS_avg).

Tabelle 3: Station 5WJ, Weissfluhjoch Davos (GR) 2540 m, (n=85 Winter) mit der Dauer der permanenten Schneebedeckung (Tage) und Anzahl Neuschneemessungen in Klassen (cm) innerhalb dieser Zeit.

Einschneien	27.10.2018	Neuschnee (cm)	0	0.1-10	11-20	21-30	31-50	≥51
Ausapern	08.07.2019	Anzahl Tage	120	91	12	7	11	1
Dauer	254	Häufigkeit %	47,2	35,8	4,7	2,8	4,3	0,4

Alpenhauptkamm vom südlichen Wallis bis ins Bergell und Gebiete südlich davon

Repräsentativ für den Alpenhauptkamm vom südlichen Wallis bis ins Bergell und die Gebiete südlich davon wird in der Folge der Schneehöhenverlauf an der langjährigen Messstation San Bernadino auf 1640 m beschrieben (Abbildung 14).

Im Süden schneite es bereits im Herbst ergiebig. Ab dem 28. Oktober schneite es intensiv, wobei vielerorts an diesem Tag Rekordschneemengen gemessen wurden. In hohen Lagen blieben viele Stationen ab diesem Datum eingeschneit. An der relativ tief gelegenen Station San Bernadino, deren Schneehöhenverlauf in der Folge beschrieben wird, konnte der Schnee jedoch nochmals schmelzen. Erst am 17. November wurde die Station definitiv eingeschneit. Die Schneehöhe stieg mit einigen weiteren Niederschlägen bis Mitte Dezember mehrmals etwas an, überschritt aber nie mehr als einen halben Meter. Anschliessend waren bis Anfang Februar nur noch kleinere Schneefälle zu verzeichnen. Anfang Februar führte eine Südstauage zu einem der grössten Schneefälle des Winters und einem deutlichen Schneehöhenzuwachs. Dieser Schneefall war vor allem im Obere Engadin, im Misox und den angrenzenden Gebieten sehr intensiv, während der Schneefall am übrigen Alpenhauptkamm deutlich schwächer ausfiel. Auf diesen Schneefall folgte erneut eine Abnahme der Schneehöhe bis Anfang April, als ein Stark-

schneefall nochmals zu einem kurzzeitigen Anstieg der Schneehöhe führte. In der Folge setzte die Schneeschmelze ein, die auf dieser Höhe relativ schnell von statten ging. Bereits am 22. April aperte die Station wieder aus. Die Station San Bernadino zeigt die Charakteristiken des Winters im Süden deutlich auf: insgesamt war er schneearm, die grossen Niederschläge konzentrierten sich auf den Früh- und Spätwinter, während es im Hochwinter ausser Anfang Februar kaum viel schneite.

Es wurde nur an 27.5% von insgesamt 157 Tagen mit einer permanenten Schneebedeckung Neuschnee gemessen. An zwei Tagen wurden Neuschneemengen von 50 cm oder mehr gemessen: am 2. Februar mit 50 cm und am 4. April mit 65 cm Neuschnee. Ebenfalls an zwei Tagen wurden Neuschneemengen zwischen 31 und 50 cm, an drei Tagen Neuschneemengen zwischen 21 und 30 cm gemessen. An knapp 5% der Tage lag die Neuschneemenge zwischen 11 und 20 cm, am stärksten vertreten war die Klasse zwischen 0.1 und 10 cm mit knapp 19% der Tage (Tabelle 4).

Die Schneehöhe war den grössten Teil des Winters unterdurchschnittlich, dies an insgesamt 135 der 157 Tage mit permanenter Schneebedeckung. Dies wird auch vom Wasserwert widerspiegelt. Der maximal gemessene Wert im Winter 2018/19 betrug 198 mm bei einem Durchschnitt über 47 Jahre von 316 mm. Das absolute Maximum liegt bei 783 mm und wurde im schneereichen Winter 1974/75 gemessen.



Abbildung 14: Schneehöhenverlauf an der Station 6SB, San Bernardino (GR) 1640 m, (n=68 Winter). Dargestellt sind Schneehöhe (rot, fett: gemessen, HS; rot, dünn: interpoliert, HS_interpoliert), Neuschnee (graue Säulen, HN), langjährige maximale Schneehöhen (dunkelblau, HS_max), langjährige minimale Schneehöhen (violett, HS_min) und langjährige mittlere Schneehöhen (grün, HS_avg).

Tabelle 4: Statistik zur Station 6SB, San Bernardino (GR) 1640 m, (n=68 Winter) mit der Dauer der permanenten Schneebedeckung (Tage) und der Anzahl Neuschneemessungen in Klassen (cm) innerhalb dieser Zeit.

Einschneien	17.11.2018	Neuschnee (cm)	0	0.1-10	11-20	21-30	31-50	≥51
Ausapern	23.04.2019	Anzahl Tage	114	29	7	3	2	2
Dauer	157	Häufigkeit %	72,6	18,5	4,5	1,9	1,3	1,3