



GLACIERREPORT

N. 01/2020

Südtirol - Alto Adige

Sonderdruck zum Climareport Nr. 297 / supplemento al Climareport n.298

LANGENFERNER VEDRETTA LUNGA

HAUSHALTSJAHR 2018 / 2019 ANNO IDROLOGICO

Abstract

Vedretta Lunga - Langenferner (I4L00112128) is a north-east exposed glacier located in the Ortles-Cevedale Group at the head of the Martello Valley in South Tyrol, Italy. It is one of the many glaciers which descend from the Mount Cevedale (3769 m). For this reason, it is difficult to define its exact origin. Based on the orthophoto analysis of 2017, the glacier extends from 3369 m to 2719 m and covers an area of 1,5 km².

The present Glacierreport describes the results of the mass balance studies on the Vedretta Lunga - Langenferner glacier for the balance year 2018/2019. The measurements and analyses were made by the direct glaciological method and were carried out by the Institute of Atmospheric and Cryospheric Sciences of the University of Innsbruck, funded by the Hydrographic Office of the Autonomous Province of Bolzano - South Tyrol. To evaluate the maximum mass accumulation on the glacier, a winter survey was performed on May 1st. The balance year 2018/2019 brought a mass loss of 1052 mm w.e. The cumulative mass balance since 2003 reached the value of -35681 mm w.e., which means 2230 mm w.e. less per year. The winter balance was +1212 mm w.e., the summer balance -2264 mm w.e. The calculated Equilibrium Line Altitude (ELA) was at 3319 m. The Accumulation Area Ratio (AAR) was 0,13.

Peculiar climatic characteristics of the hydrological year were the consistently high temperatures, except in the cold and snowy May. The yearly mean temperature of +3,7° measured at the weather station of the Gioveretto Dam (1800 m) was slightly higher than the long-period mean of +2,9°. Cumulative precipitation of 981 mm exceeded the long-period mean of 751 mm by about 30%.



Figure 1. The slightly snow-covered lower half of the Vedretta Lunga - Langenferner glacier. Clearly recognizable: many rock islands and "half islands" have become larger again this year (S. Wöckinger, 25. 09. 2019).

1. Einleitung

Der Langenferner ist ein kleiner Talgletscher, gelegen im Talschluß des Martelltals in der Südtiroler Ortlergruppe. Der Gletscher ist Teil der großen zusammenhängenden Gletscherfläche am Cevedale-Massiv, welche neben dem Langenferner noch Fürkele- und Zufallferner, Vedretta de la Mare und Vedretta di Cedec umfasst. Sein genauer Ursprung ist schwierig zu bestimmen, da die exakte räumliche Verteilung des Eisflusses kaum messbar ist, liegt jedoch zwischen Suldenspitze und Drei Kanonen auf etwa 3370 m ü.S. Als Annäherung für die Bestimmung der Gletschergrenzen in den obersten Regionen am Langenferner dient die Neigung/Exposition der Eisoberfläche, die früher aus Stereo-Orthophotos und in jüngerer Zeit (seit 2005) aus hochaufgelösten Laserscan-Geländemodellen abgeleitet wird. Aktuell erstreckt sich der Langenferner von einer Höhe von 3369 m bis auf 2719 m (2016) an seiner untersten Zunge und deckt somit eine Höhendifferenz von rund 650 m ab. Die vergletscherte Fläche beträgt nach Auswertung von Orthophoto-Daten der Provinz Bozen-Südtirol aus dem Jahre 2017 1.5 km². Im Zuge einer Vermessung mit Bodenradar im Mai 2010 konnte das Volumen des Gletschers auf etwa 0,08 km³ geschätzt werden, wobei die etwa 130 m mächtige dickste Stelle des Gletschers im östlichen Teil des Beckens zwischen der Casati Hütte und den Drei Kanonen lokalisiert wurde. Im Zeitraum seit der Radarmessung hat der Gletscher allerdings rund elf Prozent des damaligen Volumens verloren.

Seit dem Jahre 2004 sind die Massenänderungen am Langenferner Inhalt intensiver glaziologischer Untersuchungen welche nun vom Institut für Atmosphären und Kriosphärenwissenschaften der Universität Innsbruck (ACINN), bis 2011 vom Institut für Geographie und 2012-2014 vom Institut für Meteorologie und Geophysik derselben Uni, im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Hydrographischen Amt der Autonomen Provinz Bozen - Südtirol durchgeführt werden. Seit dem Haushaltsjahr 2017/18 werden die Messungen über das Interreg-V Projekt „GLISTT“ finanziert: Projektpartner sind dabei die Universität Innsbruck, EURAC-Research und das Hydrografische Amt der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol. Im Rahmen dieses Projektes erfolgt die Abwicklung der Bilanzmessungen am Langenferner direkt durch Stephan P. Galos, welcher das Messprogramm bereits seit dem Jahre 2009 koordiniert.

Die Bestimmung des Massenhaushaltes am Langenferner erfolgt unter Anwendung der direkten glaziologischen Methode. Die Ablation (Massenverlust) des Gletschers wird mit Hilfe von ins Eis eingebohrten Pegelstangen gemessen. Die Messung der Akkumulation (Massengewinn) erfolgt einerseits über Schneeschächte, in denen die Dichte des angesammelten Schnees bestimmt wird, andererseits über Sondierungen der Schneehöhe, welche Aufschluss über die Flächenverteilung der Schneedecke geben.

Die Messungen am Langenferner umfassen somit sowohl die Winterbilanz (1. Oktober bis 30. April des Folgejahres), als auch die Massenbilanz über das gesamte hydrologische Haushaltsjahr vom 1. Oktober bis zum 30. September des Folgejahres. Zusätzlich wird

1. Introduzione

La Vedretta Lunga è un piccolo ghiacciaio vallivo, che si trova in Alto Adige alla testata della Val Martello nel Gruppo dell'Ortles-Cevedale. Assieme alle Vedrette della Forcola, del Cevedale, de La Mare e di Cedec, è uno dei numerosi ghiacciai che si dipartono dalla calotta del Monte Cevedale. Il suo limite superiore è di difficile definizione, si trova tuttavia circa a quota 3370 m tra Cima Solda e i Tre Cannoni. Per identificarlo si è fatto in prima approssimazione riferimento alle carte delle pendenze e delle esposizioni della superficie glaciale; queste erano state in passato derivate attraverso l'analisi stereoscopica delle ortofoto disponibili, dal 2005 in poi facendo riferimento al modello digitale del terreno ad alta risoluzione rilevato con tecnologia Laser-scanner. Attualmente la Vedretta Lunga si sviluppa per 650 m di dislivello, con una quota massima di 3369 m e limite inferiore a 2719 m (2016). Secondo la valutazione dei dati ortofotografici della Provincia autonoma di Bolzano, nel 2017 l'area del ghiacciaio era di circa 1,5 km². A seguito di una campagna di misure georadar effettuata nel maggio 2010, il volume del ghiacciaio è stato stimato pari a 0,08 km³; il massimo spessore del ghiacciaio, di 130 m circa, risulta localizzato nella parte orientale del bacino tra il Rifugio Casati e i Tre Cannoni. Si stima ad ogni modo che da allora il ghiacciaio abbia perso indicativamente l'11% del proprio volume.

Sin dal 2004 la Vedretta Lunga è oggetto di approfondite campagne di bilancio di massa. Fino al 2011 queste erano state appannaggio dell'Istituto di Geografia (Institut für Geographie) dell'Università di Innsbruck, tra il 2012 ed il 2014 è subentrato l'Istituto di Meteorologia e Geofisica (Institut für Meteorologie und Geophysik) e attualmente sono svolte dall'Istituto di Scienze Atmosferiche e della Criosfera (ACINN, Institut für Atmosphären und Kriosphärenwissenschaften) della stessa Università, sempre su incarico e in collaborazione con l'Ufficio Idrografico della Provincia autonoma di Bolzano, che è quindi anche il soggetto finanziatore degli studi. Dall'anno di bilancio 2017/18 le misurazioni sono finanziate dal progetto Interreg-V "GLISTT", di cui sono partner l'Università di Innsbruck, EURAC Research e l'Ufficio idrografico della Provincia autonoma di Bolzano. Nell'ambito di questo progetto, le misurazioni del bilancio sulla Vedretta Lunga sono gestite direttamente da Stephan P. Galos, che dal 2009 coordina le campagne di misura.

La determinazione del bilancio di massa della Vedretta Lunga avviene secondo il metodo glaciologico diretto. L'ablazione (perdita di massa) del ghiacciaio viene misurata facendo riferimento ad aste infisse nel ghiaccio, le cosiddette paline ablatometriche. La determinazione dell'accumulo (guadagno di massa) avviene da una parte grazie alle trincee, nelle quali si determina la densità della neve accumulata, e dall'altra attraverso sondaggi di misura dello spessore della neve che forniscono informazioni sulla distribuzione spaziale della neve sul ghiacciaio.

Il monitoraggio della Vedretta Lunga comprende la valutazione sia del bilancio invernale (tra l'1 ottobre e il 30 aprile dell'anno successivo), sia di quello di massa riferito a tutto l'anno idrologico, tra l'1 ottobre e il 30 settembre dell'anno successivo. Il bilancio estivo viene determinato per differenza tra bilancio annuale e

die Sommerbilanz als Differenz zwischen Jahresbilanz und Winterbilanz berechnet.

Die Messungen zur Jahresbilanz am Langenferner folgen der „Fixed-Date-Methode“. Dies bedeutet, dass die Messungen möglichst am Ende des hydrologischen Haushaltsjahres erfolgen, beziehungsweise, sollte dies nicht möglich sein, eine entsprechende Korrektur der Messdaten vollzogen wird.

2. Wetterrückblick

Die deutlich zu warme Witterung seit dem April 2018 setzte sich auch im Oktober fort und so schmolz der Schnee auf der Zunge des Gletschers unterhalb einer Höhe von ca. 2850 noch einmal zur Gänze ab, wodurch es vor dem Wintereinbruch noch zur Ablation von einigen Zentimetern Eis kam. Erst ein Extremwetterereignis ab dem 27. Oktober brachte ergiebige Schneefälle mit teils über einem Meter Neuschnee und somit das Ende des natürlichen Haushaltsjahres am gesamten Gletscher. Auch in den Tälern wurden vielerorts Niederschlagsrekorde gebrochen. Daraufhin folgte ein ungewöhnlich heftiger Sturm mit enormen Waldschäden. Der Monat November war relativ trüb, trocken, aber dennoch sehr mild, am Langenferner 2-3°C zu mild. Der Dezember war in ganz Südtirol zu mild und im Großteils Südtirols zu trocken. Im Jänner war das Wetter zweigeteilt: Während es im Norden Südtirols, insbesondere in der ersten Monatshälfte, sehr viel geschneit hat, blieb es weiter südlich mit Föhn oft trocken. Die Temperaturen waren sehr unterschiedlich: Milder als im Durchschnitt in den tiefen Tälern, kälter als sonst in höheren Lagen. Der Februar begann mit landesweitem und kräftigem Schneefall bis in tiefe Tallagen. Bei dem Ereignis vom 1. auf 2. Februar gab es in 24 Stunden so viel Niederschlag wie sonst in zwei Monaten. Die erheblichen Schneesummen in den Tälern führten zu massiven Verkehrsbehinderungen. Danach, vor allem in der zweiten Monatshälfte, herrschte eine stabile Hochdrucklage mit viel Sonne und vergleichsweise hohen Temperaturen. Somit verlief der meteorologische Winter in ganz Südtirol mild, besonders in den tieferen Tallagen. Während in den Tälern alle drei Wintermonate milder verliefen als im Durchschnitt, war es im Jänner auf den Bergen kälter als sonst. Der Winter war zwar die meiste Zeit trocken, doch ein großes Schneefallereignis Anfang Februar konnte die Negativbilanz schlussendlich ausgleichen. Der März war ein überdurchschnittlich milder Monat, brachte aber besonders in der ersten Hälfte immer wieder etwas Neuschnee am Langenferner bevor ein außerordentlich feuchter April mit einer anhaltenden Südtaulage dann beinahe täglich Schneefälle und damit massiven Neuschneezuwachs brachte. Mindestens ein Drittel der Masse der Schneedecke am Ende des hydrologischen Winters stammte schlussendlich wohl aus diesem Monat. Im Mai geht es ungewöhnlich kühl weiter, der kühlfte Mai seit dem Jahr 1991. An der Station Zufritt wurden bis zu -1°C gemessen. Außerdem gab es noch einiges an Neuschneezuwachs und so wurde die maximale Schneehöhe an einigen Hochgebirgsstationen der Region erst Anfang Juni verzeichnet. Der Juni 2019 war der zweitheißeste Juni seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahre 1850, noch heißer war nur der Juni des Jahres 2003. Dazu

invernale.

Il bilancio di massa annuale sulla Vedretta Lunga viene calcolato facendo riferimento al „Fixed-Date-Methode“. Questo significa che le misure vengono effettuate in un momento quanto più prossimo possibile alla fine dell'anno idrologico oppure, ove questo non fosse possibile, le stesse vengono corrette di conseguenza.

2. Analisi meteorologica

Il clima decisamente troppo caldo dall'aprile 2018 si è protratto anche ad ottobre e quindi, prima dell'inverno, la neve sulla lingua del ghiacciaio si è nuovamente sciolta sotto un'altezza di circa 2850 m, il che ha portato all'ablazione di pochi centimetri di ghiaccio. Un intenso evento meteorologico iniziato il 27 ottobre ha poi portato abbondanti nevicate e sul ghiacciaio è caduto oltre un metro di neve fresca segnando la fine dell'anno idrologico naturale sulla Vedretta lunga. Anche in molte località di fondovalle sono stati spesso superati i record di precipitazione. La coda dell'evento è stata invece caratterizzata da fortissimi venti con danni enormi ai boschi. Il mese di novembre è stato piuttosto nuvoloso, ma con precipitazioni inferiori alla media e temperature molto miti; sulla Vedretta Lunga si sono misurati 2-3°C in più della media. Anche dicembre è stato mite e siccitoso su gran parte dell'Alto Adige. Durante il mese di gennaio le condizioni meteorologiche sono state molto diverse tra il nord e il sud della provincia. Mentre infatti a nord si sono registrate nevicate abbondanti soprattutto nella prima metà del mese, a sud è prevalso il sole con Föhn nelle valli. Dal punto di vista termico si evidenziano notevoli differenze tra i fondovalle, più miti della media, e le aree più in quota, più fredde della media. Il mese di febbraio è iniziato con intense e diffuse nevicate fino nei fondovalle. Tra i giorni 1 e 2 febbraio è caduta in 24 ore una quantità di precipitazioni che generalmente si registra in due mesi. Le abbondanti nevicate hanno causato notevoli impedimenti alla circolazione. Di seguito, soprattutto durante la seconda parte del mese, le condizioni meteorologiche sono state caratterizzate dalla presenza di un ampio campo di alta pressione con molto sole e temperature elevate. Quindi, l'inverno meteorologico è stato mite soprattutto alle quote più basse. Gli scarti dalle medie sono infatti compresi tra +0.4 in Alta Pusteria e +2° nel Burgraviato. Mentre nelle vallate tutti i mesi invernali sono stati più miti della norma, a gennaio in quota è stato più freddo del solito. Il bilancio delle precipitazioni risulta prossimo alle medie grazie all'evento di precipitazione di inizio febbraio. Marzo è stato complessivamente più mite della norma, ciononostante ha portato, soprattutto nelle prime due settimane, nevicate ripetute sulla Vedretta Lunga, prima di un aprile straordinariamente umido con stau da sud persistente e nevicate quasi quotidiane e cumulate di neve fresca molto significative. Almeno un terzo del manto nevoso dell'inverno idrologico è caduto in questo mese. Maggio è stato poi caratterizzato da temperature complessivamente più basse della norma, addirittura il più freddo dal 1991. Alla stazione del Lago del Gioveretto sono state misurate temperature fino a -1° C. Inoltre, è caduta ancora molta neve fresca e quindi l'altezza massima della neve in alcune stazioni di alta montagna della zona è stata registrata solo all'inizio di giugno. Il mese di giugno è stato poi particolarmente caldo con temperature record nell'ultima settimana:

beigetragen hat vor allem eine ausgeprägte Hitzewelle am Ende des Monats, die zu einigen neuen Temperaturrekorden führte. Charakterisierend für den Juli waren die vielen Gewitter. Seit Messbeginn gab es noch nie eine so hohe Blitzanzahl. Außerdem war es um etwa 1° zu warm. Der August war überdurchschnittlich warm, die Niederschlagsmengen waren dagegen meist ausgeglichen. Eines der markantesten Wetterereignisse gab es am 6. August, ein heftiges Hagelgewitter sorgte in Bozen und Umgebung für Schäden. Am Langenferner kam es zu etwas Schneefall. Der September verlief etwas wärmer als im langjährigen Durchschnitt. Das markanteste Ereignis war ein Wintereinbruch bis in mittlere Höhenlagen am 8. September.

Das hydrologische Jahr 2018/19 gilt als überdurchschnittlich warmes Jahr. Im Großteil Südtirols lagen die Temperaturen um 1° bis 1,5° über den langjährigen Durchschnittswerten. Nur im Mai, als einzigen Monat, war es zu kalt, sonst lagen die Temperaturen durchgehend über dem Mittel. Südtirols höchste Temperatur des Jahres betrug 39,9° und wurde am 27. Juni mit Unterstützung des Nordföhns in St. Martin in Passeier gemessen. Am kältesten war es am 28. Februar in Welsberg mit -23,6°.

Die Niederschläge an der Station Zufritt lagen bis auf Oktober über den langjährigen Mittel.

dall'inizio delle misure nel 1850, solo il mese di giugno del 2003 ha registrato temperature ancora più elevate. Il mese di luglio è stato caratterizzato da numerosi temporali; dall'inizio delle registrazioni non si è mai registrato un numero così elevato di fulmini. Le temperature sono state di circa 1° superiori alle medie. Agosto è stato caratterizzato da temperature superiori alla norma, mentre gli apporti di pioggia sono risultati prossimi ai valori medi climatologici. Il giorno 6 un temporale molto intenso con grandine ha provocato danni a Bolzano e nelle aree circostanti. Sulla Vedretta Lunga è caduta un po' di neve. Anche il mese di settembre è stato più mite della norma nonostante l'intensa irruzione di aria fredda che ha interessato le quote medio-alte attorno al giorno 8.

L'anno idrologico 2018/19 risulta uno tra gli anni più caldi della norma sul territorio altoatesino. Gli scarti rispetto alle medie di lungo periodo sono infatti compresi tra +1° e +1.5° su gran parte del territorio. Analizzando i vari mesi si nota che solo il mese di maggio è stato più freddo del normale. La temperatura massima è stata misurata il giorno 27 giugno a San Martino in Passiria (39.9°) grazie anche alla presenza del Föhn. La temperatura minima si è invece registrata il 28 febbraio a Monguelfo (-23.6°).

Ad eccezione di ottobre, le precipitazioni presso la stazione presso il Lago del Gioveretto sono state superiori alla media di lungo periodo.

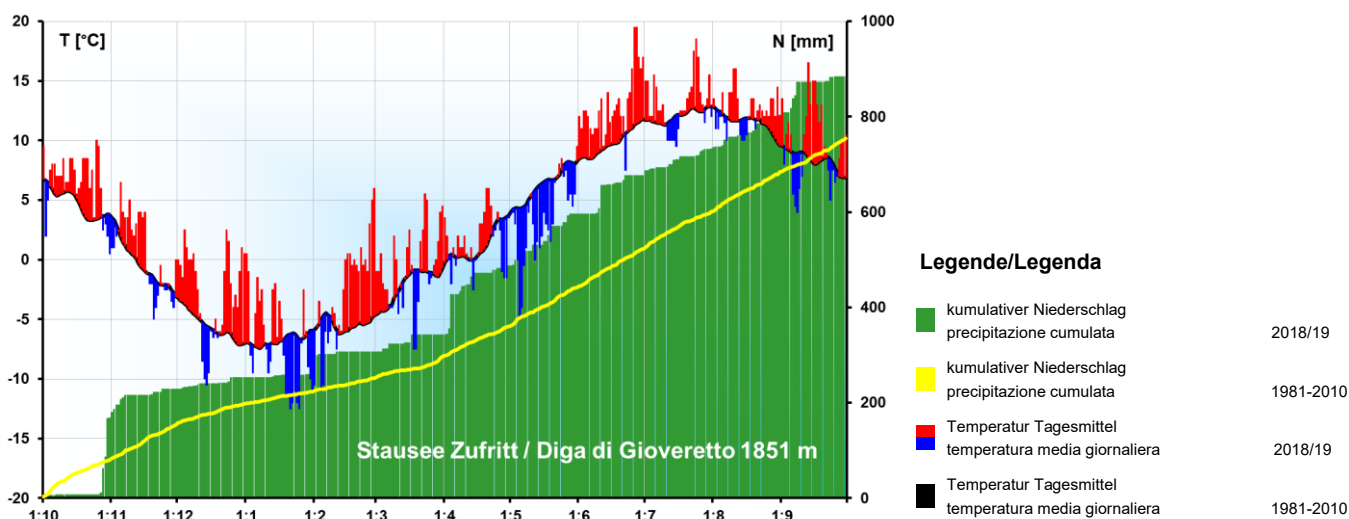


Abbildung 2. Temperatur und kumulativer Niederschlag im Haushaltsjahr 2018/19 an der Station Stausee Zufritt (1851 m) im Vergleich mit langjährigen Werten.

Figura 2. Andamento di temperatura e precipitazione cumulata alla Diga del Gioveretto (1851 m) nell'anno idrologico 2018/19, confrontate con i valori climatologici.

3. Winterbilanz

Am 1. Mai 2019 wurde die Frühjahrsbegehung zur Erhebung der Schneerücklage für die Winterbilanz 2018/19 durchgeführt.

In insgesamt drei Schneeschächten wurde die Dichte der Schneedecke gemessen, die sich seit dem Ende der Ablationsperiode 2018 auf dem Langenferner angesammelt hatte. Aus diesen Dichtewerten kann in weiterer Folge der Wasserwert des Winterschnees bestimmt werden. Zusätzlich wurden insgesamt 100 Sondierungen durchgeführt, um die Mächtigkeit der Schneedecke und deren Verteilung zu messen. Einige Messungen wurden gegenüber dem Vorjahr an leicht veränderten Positionen durchgeführt. Dies ergibt sich einerseits durch leicht veränderte Pegelpositionen an,

3. Bilancio invernale

Il giorno 1° maggio 2019 è stato svolto il sopralluogo primaverile per la determinazione del bilancio invernale 2018/19.

In 3 trincee è stata misurata la densità della neve, che si è accumulata sulla Vedretta Lunga a partire dalla fine della stagione di ablazione 2018. Da questa è possibile derivare l'equivalente in acqua della neve invernale. Sul ghiacciaio sono inoltre stati effettuati un totale di 100 sondaggi per la determinazione dello spessore della neve e della sua distribuzione spaziale. Alcune misurazioni sono state effettuate in posizioni leggermente diverse rispetto all'anno precedente. Ciò deriva da un lato dallo spostamento di alcune delle paline, alle quali sono legate posizioni di sondaggio, dall'altro, dal forte ritiro del

welche die Sondierungen an den Pegeln natürlich angepasst werden, andererseits wurden einige Messpositionen im Zungenbereich und oberhalb von Pegel 14 etwas vom Rand weg verlegt, um dem starken Gletscherrückgang der letzten beiden Jahre Rechnung zu tragen. Die Lage aller Messpunkte, sowie die entsprechenden Werte zur Winterbilanz sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Extrapolation der Dichtewerte aus den Schneeschächten war in diesem Jahr aufgrund einer fehlenden Beziehung zwischen Schneedichte und Seehöhe schwierig und wurde daher manuell vorgenommen.

Die Massentrücklage aus dem Haushaltsjahr 2017/18 wurde bei der Erstellung der Winterbilanz 2019 insofern berücksichtigt, indem von der Schneedecke am 01.05.2019 jene vom 30.09.2018 abgezogen wurde. Dies allerdings nur einen Messpunkt (Pegel 31). Ansonsten war am Ende des Haushaltsjahres 2018 der gesamte Gletscher schneefrei. Bezogen auf den gesamten Gletscher bildet wohl die Schneedichte die größte Fehlerquelle bei der Winterbilanz 2019. Da diese in diesem Jahr keine Abhängigkeit zur Seehöhe der Messpunkte zeigte, erfolgte die Zuweisung der Schneedichtewerte vor allem unter Berücksichtigung der Sonneneinstrahlung und der Windaktivität, welche die Schneesetzung ebenfalls begünstigt.

ghiacciaio degli ultimi due anni che ha consigliato la revisione dei punti di misura nell'area della lingua e sopra la palina 14. La posizione di tutti i punti di misurazione e i valori corrispondenti per il bilancio invernale, sono riportati nella Figura 3. L'estrapolazione dei valori di densità dalle trincee è stata difficile quest'anno a causa della mancanza di una relazione tra densità della neve e altitudine e quindi è stata eseguita manualmente.

L'aumento di massa registrato durante l'inverno è stato valutato sottraendo al manto nevoso del 01.05.2019 la copertura nevosa presente sul ghiacciaio il 30.09.2018. Tuttavia, questo ha interessato solo la palina 31. Per il resto, l'intero ghiacciaio era privo di neve alla fine dell'anno idrologico 2017/2018. In relazione all'intero ghiacciaio, la densità della neve è per certo la maggiore fonte di errore nel bilancio invernale 2019. In assenza di una correlazione tra questa grandezza e la quota, l'assegnazione dei valori di densità della neve è avvenuta principalmente tenendo conto dell'irraggiamento solare e dell'attività del vento, che favoriscono anch'essi la compattazione della neve.

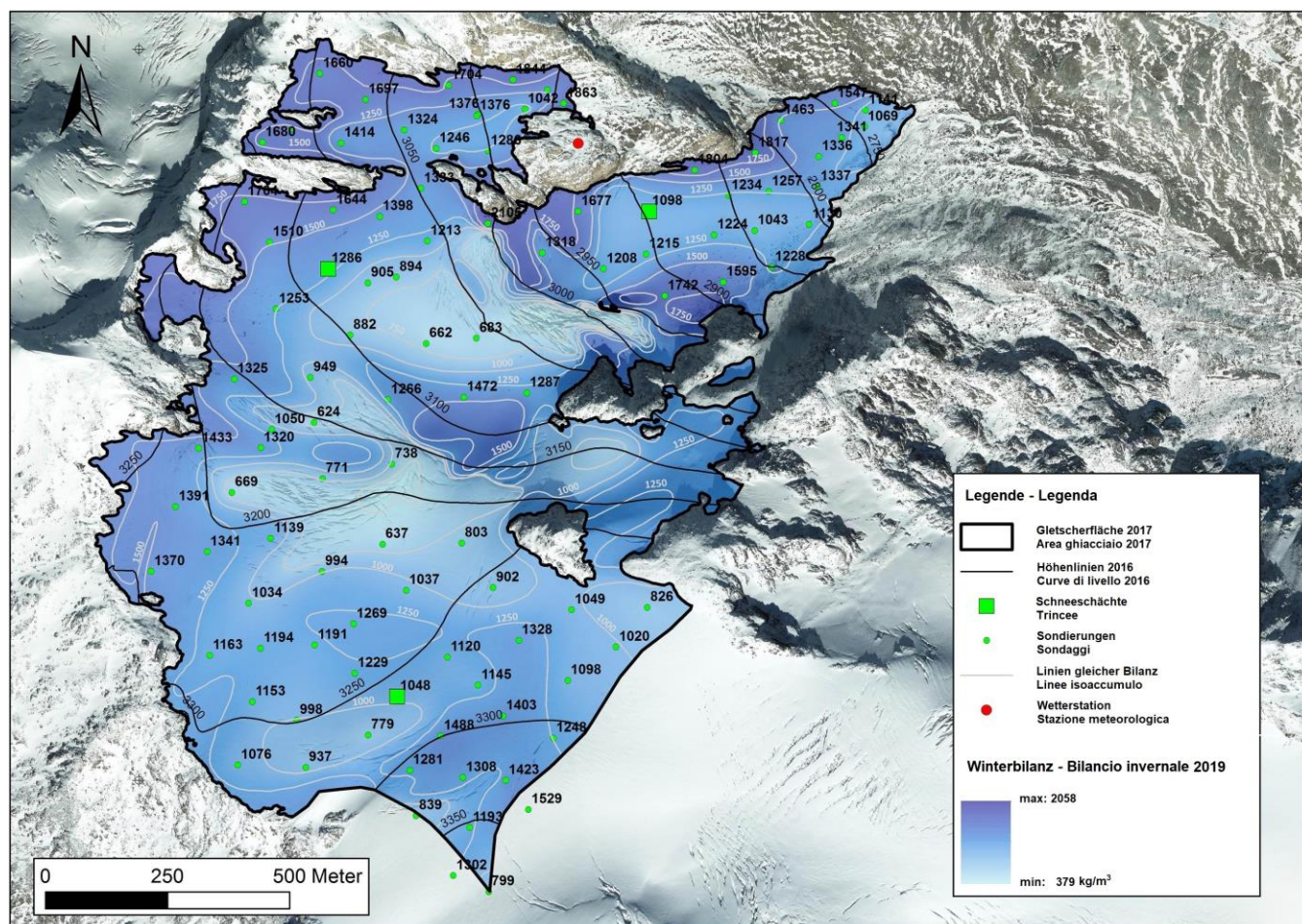


Abbildung 3. Langenferner - Schneeakkumulation im Winter 2018/19. Die Punkte markierten die Position der Sondierungen, die Quadrate jene der drei Schächte.

Ein wichtiger Punkt, vor allem bezogen auf die Bilanz im unteren Gletscherbereich, ist die Eisschmelze im Oktober 2018. Aufgrund der warmen Witterung schmolz der Schnee vom 1. Oktober an den untersten Pegeln und auch in den exponierten höhergelegenen

Figura 3. Vedretta Lunga - Accumulo nivale nell'inverno 2018/19. I punti verdi mostrano le posizioni di sondaggio, i quadrati verdi quelle delle tre trincee.

Una questione importante, soprattutto in relazione al bilancio nella zona inferiore del ghiacciaio, è lo scioglimento del ghiaccio nell'ottobre 2018. A causa del clima caldo, dopo il primo ottobre si era infatti registrata ancora ablazione e in corrispondenza sia delle paline più

Zonen noch einmal gänzlich ab. Vor allem im untersten Gletscherbereich dürfte es somit noch zur Ablation von einigen Zentimetern Eis gekommen sein. Darum sind Ablationswerte von 200-400 kg/m² an den Pegeln im unteren Bereich und an exponierten Stellen in höheren Regionen nicht auszuschließen.

Die mögliche Bildung von Aufeis auf dem Eishorizont des Vorjahres kann bis zum Begehungsdatum nahezu ausgeschlossen werden, da in der Schneedecke, abgesehen von der Oberfläche, noch kein Schmelzwasser vorhanden war.

Auf dem Langenferner haben sich im Laufe des Winterbilanzjahres 2018/19 (01.10.2018 - 01.05.2019) rund 1,8 Mio m³ (d.h. 1818 Mio Liter) Wasser angesammelt. Die mittlere spezifische Massenbilanz über das Winterhalbjahr 2018/19 beträgt somit **1212 mm** Wasseräquivalent und liegt somit über dem Durchschnitt der am Langenferner gemessenen Winterbilanzen.

4. Massenbilanz

Der Berechnung der Jahresbilanz über das hydrologische Haushaltsjahr vom 1. Oktober 2018 bis zum 30. September 2019 liegen Daten aus vier Feldkampagnen zu Grunde. Neben der Winterbegehung am 1. Mai wurden im Sommer 2019 drei weitere Begehungen am Langenferner durchgeführt. Diese fanden am 3. August, am 5. September und vom 24. bis zum 26. September statt.

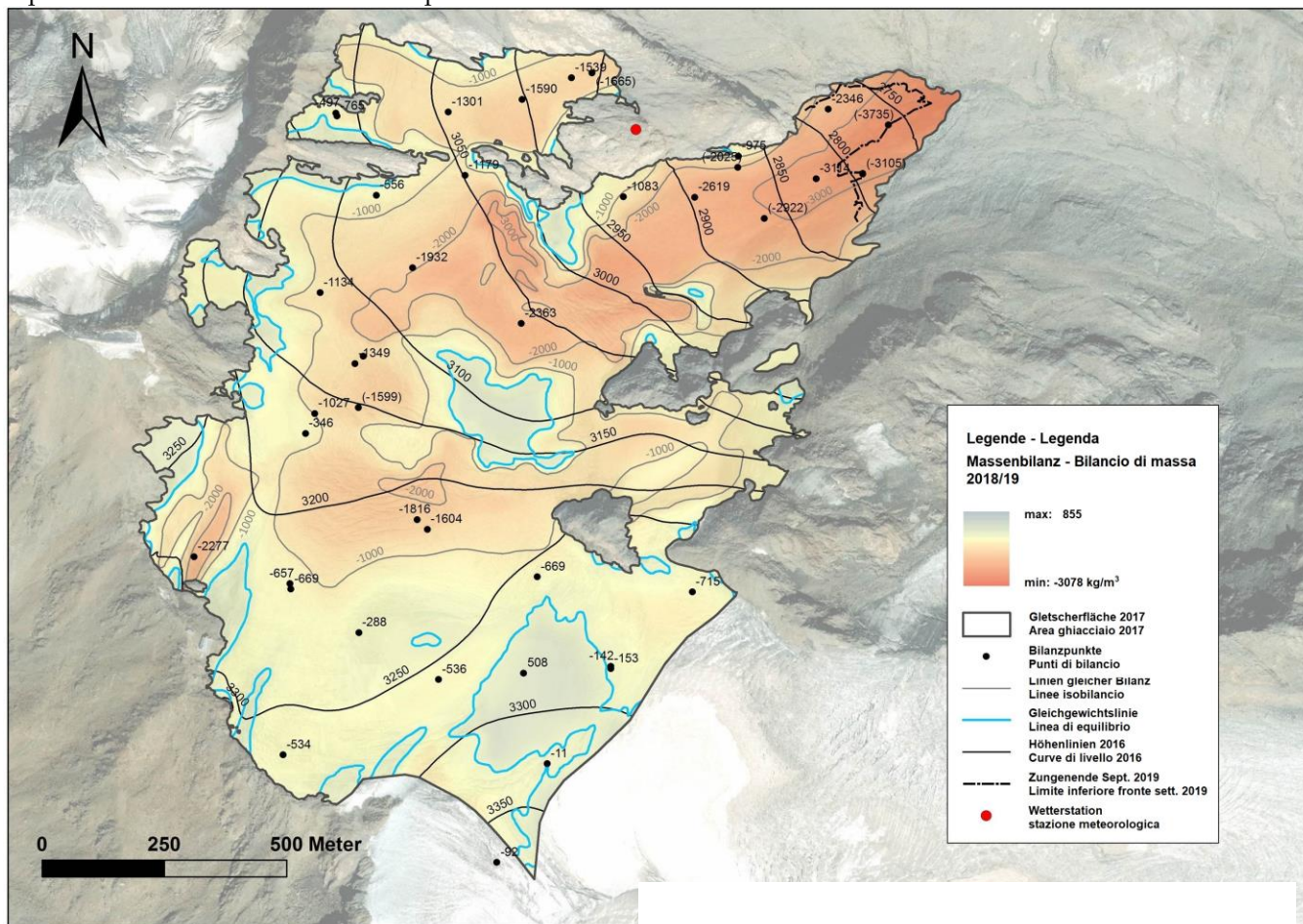


Abbildung 4. Langenferner - räumliche Verteilung der Massenbilanz im Haushaltjahr 2018/19. Die schwarzen Punkte geben die Position der Ablationspegel an.

basse sia delle aree esposte, anche più alto, la neve si era nuovamente sciolta completamente. È probabile che si sia verificata l'ablazione di alcuni centimetri di ghiaccio, soprattutto nella zona più bassa del ghiacciaio. Questo è il motivo per cui non si possono escludere valori di ablazione di 200-400 kg/m² nella fascia inferiore e nelle aree esposte più alte.

La formazione di ghiaccio sovrapposto sull'orizzonte glaciale dell'anno precedente fino alla data dell'ispezione è quasi esclusa, non essendo stata rilevata, in occasione delle misure del 1. maggio, acqua di fusione nel manto nevoso, ad eccezione della parte più superficiale.

Nel corso del periodo invernale dell'anno idrologico 2018/19 (01.10.2018 - 01.05.2019), la Vedretta Lunga ha accumulato 1,8 milioni m³ (ossia 1818 milioni litri) di acqua. Il bilancio invernale specifico medio della Vedretta Lunga per l'anno idrologico 2018/19 risulta così pari a **1212 mm** di equivalente in acqua, valore superiore rispetto al dato medio rilevato su tale ghiacciaio nelle campagne glaciologiche fin qui svolte.

4. Bilancio di massa

Il calcolo del bilancio annuale per l'anno di bilancio idrologico dal 1° ottobre 2018 al 30 settembre 2019 si basa sui dati di quattro uscite sul campo. Oltre al sopralluogo invernale del 1° maggio, nell'estate 2019 sono state effettuati altri tre sopralluoghi sulla Vedretta Lunga. Questi si sono svolti il 3 agosto, il 5 settembre e dal 24 al 26 settembre.

Figura 4. Vedretta Lunga - distribuzione spaziale del bilancio di massa nell'anno idrologico 2018/19. I punti neri indicano la posizione delle paline ablatometriche.

Die dabei gewonnenen Daten ermöglichten die Bestimmung der spezifischen Punktbilanz an 33 Positionen und die Rekonstruktion der Massenbilanz an sieben weiteren Pegeln. Im Rahmen der Abschlussbegehung wurden am 26. September 2019 alle Pegelpositionen aufgesucht. Außer Pegel 29, der bereits Anfang September am Rand einer Spalte lokalisiert wurde, konnten auch alle Pegel aufgefunden werden.

Anders als im Haushaltsjahr 2017/18 waren auch deutlich ausgedehntere Akkumulationsflächen am Gletscher vorhanden. Trotzdem konnten wegen der schlechten Witterung mit Nebel, Wind und Schneefall außer einem Schacht an Pegel 37 keine weiteren Akkumulationsmessungen durchgeführt werden. Die räumliche Einordnung der Akkumulationsgebiete erfolgte mit GPS-Messungen am 5. September 2019 und mittels Satellitenbilder des Sentinel-2-Programmes die zum Zeitpunkt der maximalen Ausaperung (30.08. und 04.09.2019) aufgenommen wurden. Die Abschlussbegehung fand am 26.09.2019 statt und liegt daher, wie am Langenferner üblich, sehr nahe am Ende des hydrologischen Haushaltsjahres (30. September).

Die **mittlere spezifische Massenbilanz** am Langenferner im hydrologischen Haushaltsjahr 2018/19 (1. Oktober 2018 bis 30. September 2019) beträgt **-1052 kg/m²**. Somit hat der Langenferner im hydrologischen Jahr 2018/2019 rund 1,6 Mio. m³ (1578 Mio. Liter, oder 1578 Mio. kg) Wasser verloren. Erstmals seit dem Haushaltsjahr 2014 konnte am Langenferner wieder eine **Gleichgewichtshöhe** bestimmt werden. Diese lag allerdings im obersten Bereich des Gletschers auf einer Höhe von **3319 m**. Das Akkumulationsflächenverhältnis **AAR** betrug ca. **0,13**. Zwar konnte für die heurigen Bilanzauswertungen erstmals seit Jahren wieder ein Up-date der Referenzfläche und der Gletschertopographie (2017 bzw. 2016) vorgenommen werden, trotzdem dürften die größten Unsicherheiten bei der Erstellung der Jahresbilanz 2018/19 aus den Unterschieden zwischen den topographischen Datengrundlagen und der realen Gletschertopographie resultieren, zumal besonders das Jahr 2018 hier extrem starke Veränderungen brachte.

Eine weitere Unsicherheit sind die Massenänderungen zwischen dem Datum der Abschlussbegehung am 26.09.2019 und dem Ende des Haushaltsjahres am 30.09.2019. Gab es in den vier Tagen keine nennenswerten Niederschläge, so zeigen jedoch Satelliten-Aufnahmen vom 29.09. und 01.10., dass die dünne Schneeschicht an der Zunge des Gletschers unterhalb einer Höhe von ca. 2900 abgeschmolzen ist. Zusammen mit der möglichen Ablation von wenigen Zentimetern Eis könnte die entsprechende Massenänderung an den untersten Pegeln maximal -100 kg/m² betragen.

Aufeis an der Grenzschicht zwischen Firn und Eis und interne Akkumulation in der Firnschicht aus den Vorjahren spielen aufgrund der kleinen Akkumulationsflächen eine untergeordnete Rolle. Bei der Akkumulationsmessung an Pegel 37 wurde dieser Aspekt aber berücksichtigt.

Die Differenz zwischen Winter- und Jahresbilanz ergibt die **Sommerbilanz**. Der Gletscher hat im Sommer somit 3,4 Mio. m³ Wasser bzw. eine Wassersäule von **2264 mm** verloren.

I dati così ottenuti hanno consentito la determinazione del bilancio puntuale specifico in 33 posizioni e la ricostruzione del bilancio di massa in ulteriori sette paline. Nell'ambito del sopralluogo finale del 26 settembre 2019, sono state visitate tutte le posizioni delle paline. Fatta eccezione per la palina 29, che si trovava sul bordo di un crepaccio già all'inizio di settembre, tutte le paline sono state trovate.

Al contrario dell'anno di bilancio 2017/18, sul ghiacciaio erano presenti anche aree di accumulo piuttosto estese. Nonostante ciò, a causa del maltempo con nebbia, vento e nevicate, non è stato possibile effettuare ulteriori misurazioni dell'accumulo se non una trincea alla palina 37. La classificazione spaziale delle aree di accumulo è stata effettuata facendo riferimento alle misurazioni GPS del 5 settembre 2019 e grazie alle immagini satellitari Sentinel-2 disponibili nell'intorno del periodo di massima ablazione del ghiacciaio (30 agosto e 4 settembre 2019). L'ispezione finale è avvenuta il 26 settembre 2019 e quindi, come di consueto nel caso della Vedretta Lunga, molto vicina alla fine dell'anno di bilancio idrologico (30 settembre).

Il **bilancio di massa specifico medio** sulla Vedretta Lunga nell'anno di bilancio idrologico 2018/19 (dal 1° ottobre 2018 al 30 settembre 2019) è **-1052 kg/m²**. Pertanto, la Vedretta Lunga ha perso circa 1,6 milioni di m³ (1578 milioni di litri, o 1578 milioni di kg) di acqua nell'anno idrologico 2018/2019. Per la prima volta dall'anno idrologico 2014, è stato possibile determinare nuovamente **la quota della linea di equilibrio** sulla Vedretta Lunga. Questo si trovava nella zona più alta del ghiacciaio a quota **3319 m**. Il rapporto tra l'area di accumulo e l'area totale (**AAR**) era di circa **0,13**.

Sebbene sia stato possibile aggiornare l'area di riferimento e la topografia del ghiacciaio (2017 e 2016) per la prima volta da anni per le valutazioni del bilancio di quest'anno, le maggiori incertezze nella preparazione del bilancio annuale 2018/19 sono probabilmente dovute alle differenze tra i dati topografici di base e la reale topografia del ghiacciaio, soprattutto considerando che il 2018 ha comportato cambiamenti morfometrici estremamente forti.

Un'altra incertezza sono i cambiamenti di massa tra la data del sopralluogo finale il 26/09/2019 e la fine dell'anno idrologico il 30/09/2019. Sebbene non ci siano state precipitazioni significative in questi quattro giorni, le immagini satellitari del 29 settembre e del 1° ottobre mostrano che il sottile strato di neve sulla lingua del ghiacciaio si sia sciolto al di sotto di un'altitudine di circa 2900 m. Unitamente all'eventuale ablazione di pochi centimetri di ghiaccio, la corrispondente variazione di massa alle paline più basse potrebbe essere al massimo di -100 kg/m².

Il ghiaccio sovrainposto sullo strato limite tra firn e ghiaccio e l'accumulo interno nello strato di firn degli anni precedenti svolgono un ruolo secondario a causa delle piccole aree di accumulo. Tuttavia, questo aspetto è stato preso in considerazione nella misurazione dell'accumulo alla palina 37.

La differenza tra il bilancio invernale e quello annuale corrisponde al **bilancio estivo**. Il ghiacciaio ha quindi perso in estate 3,4 milioni di m³ d'acqua, equivalente ad una colonna d'acqua di **2264 mm**.

hinein ins erste Junidrittel herrschte eine geschlossene Schneedecke bis hinunter zur Zufallhütte. Die Ablation in den Wochen zwischen dem 10. Juni und Mitte August war mit jener in den beiden Vorjahren durchaus vergleichbar, allerdings erfolgte der Start der Hauptablationsperiode um über einen Monat später als im Jahre 2018 und dies mit einer wesentlich mächtigeren und frischeren (Albedo) Schneedecke im Juni 2019 als Anfang Mai 2018. Auch der ergiebige Schneefall im ersten Septemberdrittel und das damit verbundene Ende der Hauptablationsperiode verringerten die Massenverluste trotz insgesamt zu warmer Witterung im September.

giugno il manto nevoso si presentava continuo fino al Rifugio Nino Corsi. L'ablazione nelle settimane tra il 10 giugno e la metà di agosto è stata abbastanza paragonabile a quella dei due anni precedenti, ma il periodo di ablazione principale è iniziato più di un mese dopo rispetto al 2018 e con un manto nevoso molto più spesso e fresco (albedo) a giugno 2019 rispetto all'inizio di maggio 2018. Anche le abbondanti neviccate nella prima decade di settembre e la conseguente fine del periodo di ablazione principale hanno ridotto le perdite di massa, nonostante il clima caldo di settembre.

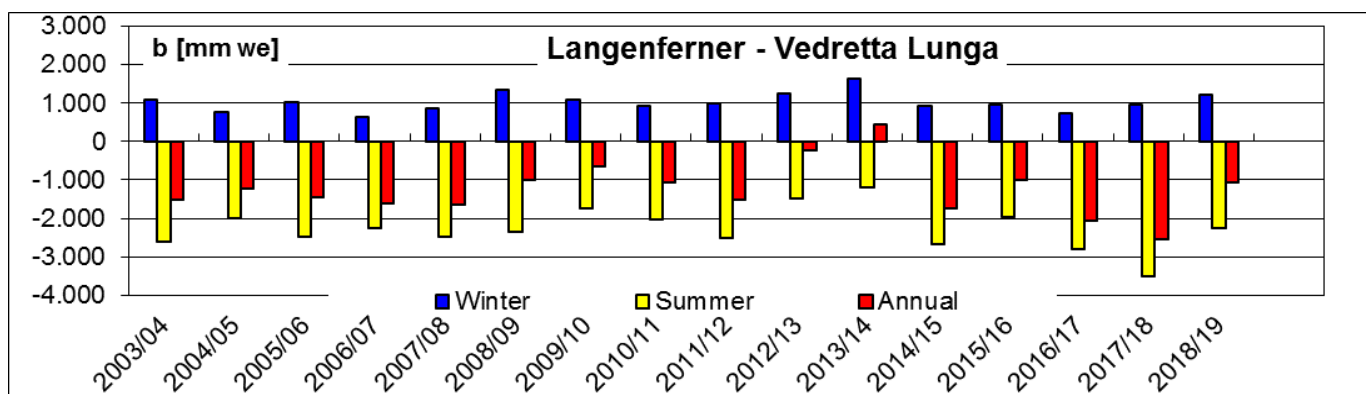


Abbildung 6. Langenferner – Datenreihen der Winter-, Sommer- und Jahresbilanzen in mm Wasseräquivalent (mm w.e.) von 2003/04 bis 2018/19.

Figura 6. Vedretta Lunga – Serie storiche di accumulo invernale, bilancio estivo e bilanci di massa (mm w.e.) negli anni idrologici dal 2003/04 al 2018/19.

Verantwortlicher Direktor: Ing. Roberto Dinale

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser

Koordination Feldarbeiten/Auswertungen: PhD Stephan Galos

An dieser Ausgabe haben mitgewirkt:

Stephan Galos, Roberto Dinale, Denise Morandell, Stefano Benetton

Unterstützung bei den Feldarbeiten durch:

Stephan Galos, Michael Binder, Matthias Göbel, Maren Haid, Moritz Oberrrauch, Andreas Rauchhöcker, Andrea Mayer, Alexander Kehl, Lukas Fritz, Thomas Folli, Michael Pfeiffenberger, Christian Resch, Maximilian Stärz, Simon Wöckinger (Universität Innsbruck)

für Vorschläge/Info mailto: idro-dighe@provincia.bz.it

Amt für Hydrologie und Stauanlagen
Agentur für Bevölkerungsschutz
Drususalle 116, I-39100 Bozen

<https://afbs.provinz.bz.it/wetter.provinz.bz.it/>

Druckschrift eingetragen mit Nr. 24/97 vom 17.12.1997 beim Landesgericht Bozen.

Auszugsweiser oder vollständiger Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Direttore responsabile: ing. Roberto Dinale

Direttore di progetto: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser

Coordinamento attività di campagna/analisi: PhD Stephan Galos

Hanno contribuito a questo numero:

Stephan Galos, Roberto Dinale, Denise Morandell, Stefano Benetton

Alle attività di campagna hanno collaborato:

Stephan Galos, Michael Binder, Matthias Göbel, Maren Haid, Moritz Oberrrauch, Andreas Rauchhöcker, Andrea Mayer, Alexander Kehl, Lukas Fritz, Thomas Folli, Michael Pfeiffenberger, Christian Resch, Maximilian Stärz, Simon Wöckinger (Universität Innsbruck)

per proposte/info mailto: idro-dighe@provincia.bz.it

Ufficio Idrologia e dighe
Agenzia per la Protezione civile
Viale Druso 116, I-39100 Bolzano

<https://appc.provincia.bz.it/meteo.provincia.bz.it/>

Pubblicazione iscritta al Tribunale di Bolzano al n. 24/97 del 17.12.1997.

Riproduzione parziale o totale autorizzata con citazione della fonte.

Stephan Galos, Roberto Dinale, Denise Morandell, Stefano Benetton and Georg Kaser: Langenferner – Vedretta Lunga, Mass Balance 2018/2018; Glacierreport n.1/2020, Autonomous Province of Bolzano – South Tyrol.