



GLACIERREPORT

N. 01/2018

Südtirol - Alto Adige

Sonderdruck zum Climareport Nr. 273 / supplemento al Climareport n.273

LANGENFERNER VEDRETTA LUNGA

HAUSHALTSJAHR 2016/2017 ANNO IDROLOGICO

Abstract

Langenferner - Vedretta Lunga (I4L00112128) is a NE 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 a.s.l.) cap. For this reason, it is difficult to define exactly its origin. For the mass balance studies below a glacier extend from 3375 m to 2710 m a.s.l. with an area of 1,60 km² is considered. The mass balance calculations refer to a high-resolution DTM resulting from an airborne laserscanning campaign on September 22nd, 2013.

The present Glacierreport describes the results of the mass balance studies on the Langenferner - Vedretta Lunga glacier for the balance year 2016/2017. The measurements and analyses were carried out by the Institute of Atmosphere and Cryosphere of the University of Innsbruck funded by the Autonomous Province of Bolzano - South Tyrol. The mass balance studies are made by the direct glaciological method. To evaluate the maximum mass accumulation on the glacier a winter survey was performed on 5th of May. The balance year 2016/2017 brought a mass loss of 2066 mm w.e., that is far the most negative since the measurements began in 2003/04. The winter balance was +731 mm w.e., the summer balance -2797 mm w.e. The calculated Equilibrium Line Altitude (ELA) was over the upper limit of the glacier. The Accumulation Area Ratio (AAR) was 0,02.

Peculiar climatic characteristic of the referring hydrological year were the exceptionally mild winter and the warm and humid summer full of thunderstorms. The yearly mean temperature of +3,8° measured on the weather station of Diga del Gioveretto (1800 m a.s.l.) was 1° higher than the long period mean of +2,8°. The cumulative precipitation of 600 mm was lower than the long period mean of 751 mm.

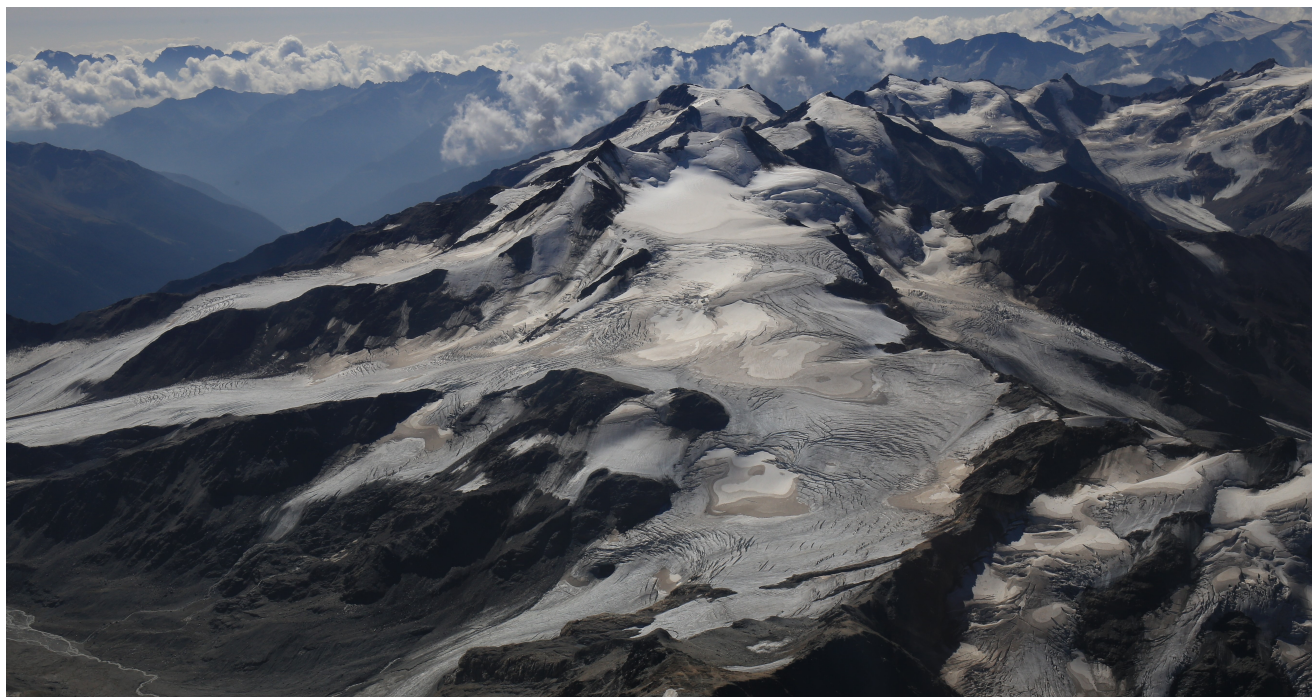


Figure 1. The Langenferner - Vedretta Lunga and surrounding glaciers at the time of maximum exploitation 2017 (L. Nicholson, 29. 08. 2017).

1. Einleitung

Der Langenferner liegt im hinteren Martelltal in der Ortler-Cevedale Gruppe. Er ist einer der zahlreichen Gletscher, die an der Eiskappe des Cevedale (3769 m ü.S.) ansetzen. Der Langenferner fließt zuerst nach Norden, ab ca. 3000 m nach Osten. Seine Zunge endet auf ca. 2710 m. Der Gletscher entwässert in die Plima, welche nach der Nutzung im Stausee Zufritt bei Goldrain im Vinschgau in die Etsch mündet.

Die Autonome Provinz Bozen - Südtirol finanziert seit dem hydrologischen Jahr 2003/04 die Massenbilanzmessungen an diesem Gletscher. Die Feldarbeiten und die glaziologischen Analysen sind auch im Haushaltsjahr 2016/2017 durch die Universität Innsbruck erfolgt. Dafür wurde die direkte glaziologische Methode angewandt und es wurden, neben der jährlichen Massenbilanz, auch die winterliche Akkumulation und die sommerliche Ablation bestimmt.

Das Pegelnetz auf der Gletscheroberfläche, aufgrund dessen die Veränderungen der Eisdicke registriert werden können, besteht aktuell aus 28 Pegeln und wird regelmäßig gewartet und optimiert.

Die topographische Datengrundlage für die Erstellung der Massenbilanz am Langenferner 2016/17 bildet ein hochaufgelöstes Geländemodell (1 x 1 m) resultierend aus einer flugzeuggestützten Laserscan (ALS) Kampagne, durchgeführt am 22. September 2013. Die Gletscherfläche beträgt demnach 1,60 km².

2. Wetterrückblick

Das hydrologische Jahr 2016/17 begann in ganz Südtirol mit einem relativ kühlen Oktober, wobei in höheren Lagen bereits die ersten Schneefälle verzeichnet wurden. Auch der Langenferner war bei der Abschlussbegehung bis an seine Zunge mit Schnee bedeckt, wobei die Schneehöhe zwischen 20 und 40 cm reichte. Der November verlief insgesamt etwas zu mild, über den Monat verteilt gab es aber große Schwankungen mit rund zehn zu kalten und weiteren zehn zu warmen Tagen. Nennenswerten Neuschnee am Langenferner gab es vor allem zwischen dem 5. und 7. des Monats. Der Dezember ging als staubrockener Monat in die Wettergeschichte ein. In der gesamten Südhälfte Südtirols wurde kein messbarer Niederschlag registriert. Zudem war er milder als im Durchschnitt, was hauptsächlich auf den Nordföhn zurückzuführen ist. Der trockene, sonnenreiche Jänner brachte Temperaturen, die deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt, je nach Bezirk war es der kälteste Jänner seit 7 bis 11 Jahren. Am Stausee Zufritt wurden -19°C gemessen. Ein kräftiges Hoch folgte dem nächsten, landesweite leichte Niederschläge gab es nur an zwei Tagen (13. und 31. Jänner). Im Gegensatz dazu prägten den Februar überdurchschnittlich milde Temperaturen. Anders als die Monate Dezember und Jänner, lagen die Niederschläge im Februar mehr oder weniger im Durchschnitt. Der März 2017 lag rund 3,3° über dem langjährigen Durchschnitt und gilt damit, je nach

1. Introduzione

La Vedretta Lunga si trova alla testata della Val Martello nel Gruppo dell'Ortles-Cevedale. Si tratta di uno dei numerosi ghiacciai che si dipartono dalla calotta del Cevedale (3769 m s.l.m.). La Vedretta Lunga scende prima in direzione nord e, a quota 3000 m circa, vira verso est. Il suo limite inferiore si trova a circa 2710 m. Il ghiacciaio viene drenato dal torrente Plima, che, dopo la regolazione operata dalla Diga del Gioveretto, confluisce in Adige a Coldrano in Val Venosta.

La Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige finanzia sin dall'anno idrologico 2003/04 gli studi glaciologici su questo ghiacciaio. Le misure di campagna e l'elaborazione dei dati è stata svolta anche nel 2016/17 dalla Università di Innsbruck. Il metodo di analisi utilizzato è quello glaciologico diretto e, oltre a quello annuale, sono determinati anche i bilanci invernale ed estivo.

La rete di paline ablatometriche, in corrispondenza delle quali vengono lette le variazioni dello spessore del ghiaccio che hanno luogo sulla sua superficie, si compone attualmente di 28 aste complessive e viene regolarmente mantenuta ed ottimizzata.

Le analisi di bilancio di massa 2016/17 fanno riferimento alla base dati topografica e al relativo modello digitale del terreno ad alta risoluzione (1x1 m) risultanti da un rilievo Laserscan aereo (ALS) realizzato il 22 settembre 2013. La superficie del ghiacciaio così aggiornata è pari a 1,60 km².

2. Analisi meteorologica

L'anno idrologico 2016/17 è iniziato in tutto l'Alto Adige con un ottobre piuttosto fresco; ad altitudini più elevate sono già state registrate le prime nevicate. Durante il sopralluogo finale anche la Vedretta Lunga era innevata fino alla sua lingua, con l'altezza della neve che raggiungeva tra i 20 e 40 cm. Novembre è stato complessivamente lievemente più mite della norma. L'analisi del periodo rivela tuttavia una notevole variabilità della temperatura con circa dieci giorni più freddi e dieci più caldi rispetto alla media. Neve fresca degna di nota è stata registrata il giorno 5 e 7 del mese. Il mese di dicembre è stato caratterizzato da assenza di precipitazioni su gran parte del territorio e da valori termici sopra le medie del periodo. Ad inizio e fine mese si sono registrate punte record di 19° grazie al Föhn. Il mese di gennaio 2017 è stato ricco di sole con scarsa precipitazione e temperature basse. Dal punto di vista sinottico durante il mese il territorio è stato interessato da diverse alte pressioni e due soli eventi di precipitazione (i giorni 13 e 31). Come ricordato le temperature sono state piuttosto fredde. Le medie mensili rivelano che il mese di gennaio 2017 è stato il più freddo degli ultimi 7-11 anni, a seconda dell'area. Al Lago del Gioveretto sono state misurate -19°C. Febbraio è stato invece caratterizzato da temperature più miti della norma. A differenza dei due mesi precedenti, l'apporto di precipitazione è stato invece sostanzialmente nella norma. Il mese di marzo 2017 è stato particolarmente mite e risulta il secondo o il terzo

Bezirk, als zweit- bis drittwärmster März der Wettergeschichte. Die längsten Messreihen der Temperatur reichen in Südtirol an der Station Bozen sowie am Kloster Marienberg 160 Jahre zurück. Die Station Stausee Zufritt verzeichnete maximal 14°C. Am Monatsende gab es bereits den ersten Sommertag mit 25°. Die ersten beiden Aprilwochen waren fast durchwegs frühsummerlich warm und trocken, nur gebietsweise gab es Niederschläge. Mitte des Monats stellt sich das Wetter nachhaltig um. Ab dem Osterwochenende (16./17. April) floss mit dem Tief „Peter“ zunehmende kalte Luft ein, begleitet wurde der Kaltluftvorstoß von starkem Nordwind. Die stärksten Böen wurden am 19. und 20. April gemessen. Die Nacht vom 20. auf 21. April verlief sternenklar, der Wind hatte gebietsweise nachgelassen und daher sind die Temperaturen vor allem in den Tallagen besonders tief gesunken. Auf diesem massiven Kälteeinbruch mit Frostnächten folgte schließlich ein Genuatief mit landesweitem Regen und Schnee. Nachdem es über den ersten drei Aprilwochen kaum geregnet hatte, gab es zu Monatsende landesweit ergiebigen Regen. Im Hochgebirge zwischen Passeiertal und der Brennergegend kam über 1 Meter Neuschnee zusammen. Insgesamt war das hydrologische Winterhalbjahr 2016/17 (ganz besonders im Dezember und Jänner) viel zu trocken und wieder deutlich zu mild. Das geringe Frontaufkommen im Winter und das Ausbleiben von Stürmen spiegelte sich in der homogenen räumlichen Verteilung der Schneedecke des Langenferners und deren geringer Dichte wider. Im Mai lagen die Temperaturen in ganz Südtirol über dem Durchschnitt. Begonnen hat der Monat noch relativ kühl, zum Teil schneite es bis in höhere Täler. Die Temperaturen steigerten sich aber kontinuierlich und am Monatsende wurden schließlich die ersten „heißen Tage“ mit über 30° verzeichnet und es setzte bereits bis in die Gletscherregion starke Schneeschmelze ein. Der Juni 2017 erlangte nach jenem im Rekordsommer 2003 den 2. Platz der wärmsten Junis. In der Gletscherregion kam es bis zu 26°C, was dazu führte, dass gegen Ende des Monats bereits große Flächen des Langenferners schneefrei waren. Die feucht-warme Witterung im Juli ließ die dünne Schneedecke, die sich Ende Juni bildete, rasch abschmelzen und brachte durch die folglich niedrige Oberflächenalbedo bis in die schneefreien obersten Gletscherregionen starke Massenverluste für den Langenferner. Dies obwohl die Temperaturen in den Talorten sich vor allem in der zweiten Julihälfte um den klimatischen Durchschnitt, oder gar leicht darunter bewegten. Zudem war es der gewitterreichste Juli seit 10 Jahren, der wiederum vom August mit 35.000 Blitze übertroffen wurde. Katastrophen, wie Vermurungen im Pfossental, Hagel in weiten Teilen des Landes und das starke Unwetter in Prags ereigneten sich besonders Anfang des Monats, der dementsprechend relativ niederschlagreich war. Der September 2017 zeichnet sich als deutlich zu kühler, sonnenarmer und etwas zu nasser Monat aus. Südtirol weit lagen die Temperaturen um 1,5 - 2°C unter den langjährigen Mittelwerten. Pünktlich zum meteorologischen Herbstbeginn endete das natürliche

più mite dall'inizio delle misurazioni in Alto Adige registrando uno scarto positivo di ben 3,3° rispetto alle medie di lungo periodo. Le serie storiche più lunghe (ben 160 anni!) si registrano alle stazioni di Bolzano e di Monte Maria. La stazione meteo Lago del Gioveretto ha registrato al massimo 14°C. Durante gli ultimi giorni si è avuta anche la prima giornata estiva con 25°. Le prime due settimane di aprile sono state caratterizzate da temperature elevate e precipitazioni assenti su gran parte del territorio. A metà mese il tempo è cambiato facendosi più fresco e umido. Il fine settimana di Pasqua (16/17 aprile) il sistema depressionario denominato "Peter", ha portato aria piuttosto fredda e forti venti da nord sull'Alto Adige. Le raffiche più forti sono state misurate il 19 e 20 aprile. La notte tra i giorni 20 e 21 è stata caratterizzata da cielo sereno con venti in attenuazione. Le temperature sono, di conseguenza, calate notevolmente anzitutto nei fondivalle. A questa fase fredda con notti gelide è seguita una depressione centrata sul Golfo di Genova che ha portato pioggia e neve. Dopo le prime tre settimane di aprile con piogge pressoché assenti sono così arrivate piogge consistenti su tutta la provincia con massimi in alta montagna tra la Passiria e l'area del Brennero dove è caduto oltre 1 metro di neve fresca. Nel complesso, il semestre idrologico invernale 2016/17 (soprattutto a dicembre e gennaio) è stato decisamente secco e ancora una volta molto mite. Il basso numero di sistemi frontali invernali e l'assenza di perturbazioni si sono riflessi nell'omogenea distribuzione spaziale del manto nevoso sulla Vedretta Lunga e nella sua bassa densità. Il mese di maggio 2017 è stato caratterizzato da temperature sopra la media. Malgrado una prima parte piuttosto fredda con nevicate anche nelle vallate più alte, si è assistito ad un progressivo aumento dei valori termici fino a raggiungere valori oltre i 30 gradi a fine mese e l'inizio dello scioglimento delle nevi fin alle quote glaciali. Il mese di giugno 2017 si colloca al secondo posto tra i più caldi dall'inizio delle misurazioni in Alto Adige, superato solo dal mese di giugno dell'estate record del 2003. Nell'area glaciale sono stati misurati fino a 26°, di conseguenza, vaste aree della Vedretta Lunga erano già prive di neve verso la fine del mese. Il clima caldo e umido di luglio ha provocato lo scioglimento del sottile manto nevoso formatosi alla fine di giugno con conseguente progressiva riduzione dell'albedo superficiale e forti perdite di massa fin alle quote superiori prive di neve. Questo sebbene le temperature in valle si siano mantenute nella norma o siano addirittura state leggermente inferiori alla media climatica, soprattutto nella seconda metà di luglio. In questo mese è inoltre stato registrato il maggior numero di temporali dell'ultimo decennio, record subito superato nel successivo mese di agosto con 35.000 fulmini. Questi eventi temporaleschi sono stati spesso accompagnati da grandine ed hanno prodotto effetti al suolo molto significativi, come nel caso delle colate detritiche registrate in Val di Fosse o a Braies. Il mese di settembre 2017 è stato infine caratterizzato da temperature piuttosto fresche di 1,5° - 2°C inferiori alle medie di lungo periodo, poco sole e precipitazioni superiori alla norma. Puntuale con l'inizio dell'autunno meteorologico, l'anno di bilancio naturale si è concluso con le

Haushaltsjahr mit den ergiebigen Schneefällen am ersten September und den darauffolgenden Tagen.

abbondanti nevicate del 1. settembre e dei giorni successivi.

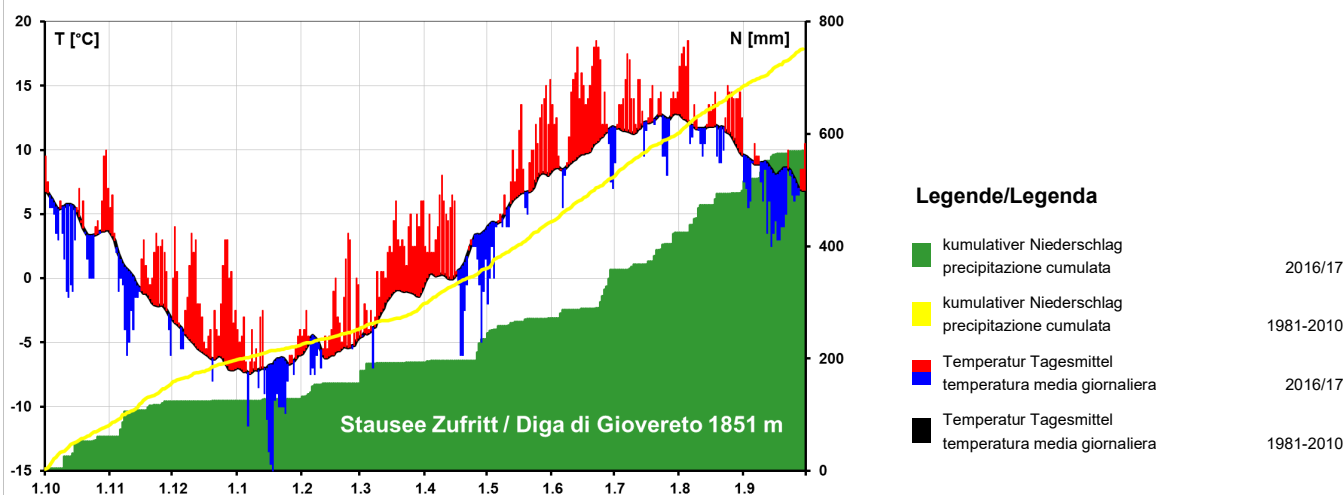


Abbildung 2. Temperatur und kumulativer Niederschlag im Haushaltsjahr 2016/17 an der Station Stausee Zufritt (1851 m) im Vergleich mit langjährigen Werten.

Figura 2. Andamento di temperatura e precipitazione cumulata alla Diga del Gioveretto (1851 m) nell'anno idrologico 2016/17, confrontate con i valori climatologici.

3. Winterbilanz

3. Bilancio invernale

Am 5. 2017 wurde die Frühjahrsbegehung zur Erhebung der Schneerücklage für die Winterbilanz 2016/17 durchgeführt.

Il 5 maggio 2017 è stato svolto il sopralluogo primaverile per la determinazione del bilancio invernale 2016/17.

In insgesamt vier Schneeschächten wurde die Dichte der Schneedecke gemessen, die sich seit dem Ende der Ablationsperiode 2016 auf dem Langenferner angesammelt hatte. Aus diesen Dichtewerten kann in weiterer Folge der Wasserwert des Winterschnees bestimmt werden. Zusätzlich wurden insgesamt 81 Sondierungen durchgeführt, um die Mächtigkeit der Schneedecke und deren Verteilung zu messen. Die Sondierungen wurden möglichst gleichmäßig auf die Gletscherfläche verteilt.

In 4 trincee è stata misurata la densità della neve, che si è accumulata sulla Vedretta Lunga a partire dalla fine della stagione di ablazione 2016. In questo modo è possibile determinare l'equivalente in acqua della neve invernale.

Die Massentrücklage 2016/17 wurde insofern berücksichtigt, als dass die Schneelage vom 30.09.2016 auf dem Gletscher von der Schneedecke am 05.05.2017 abgezogen wurde. Dies geschah bereits bei der Auswertung der Sondierungen, denen jeweils ein bestimmter Wasserwert der Herbstschneedecke 30.09.2016 zugeordnet und abgezogen wurde.

Lo spessore e la distribuzione della neve sulla superficie del ghiacciaio sono stati valutati per mezzo di complessivi 81 sondaggi, omogeneamente distribuiti sulla Vedretta Lunga.

Folgende Prozesse wurden bei der Erstellung der Winterbilanz nicht berücksichtigt:

L'accumulo è stato computato sottraendo alla massa nevosa rilevata il 05.05.2017 quella presente sul ghiacciaio alla fine dell'anno idrologico precedente (30.09.2016). Questa valutazione è stata svolta a livello puntuale assegnando ad ogni punto di sondaggio 2017 il valore dell'equivalente in acqua ivi presente il 30.09.2016 e decurtando quest'ultimo dall'accumulo complessivo.

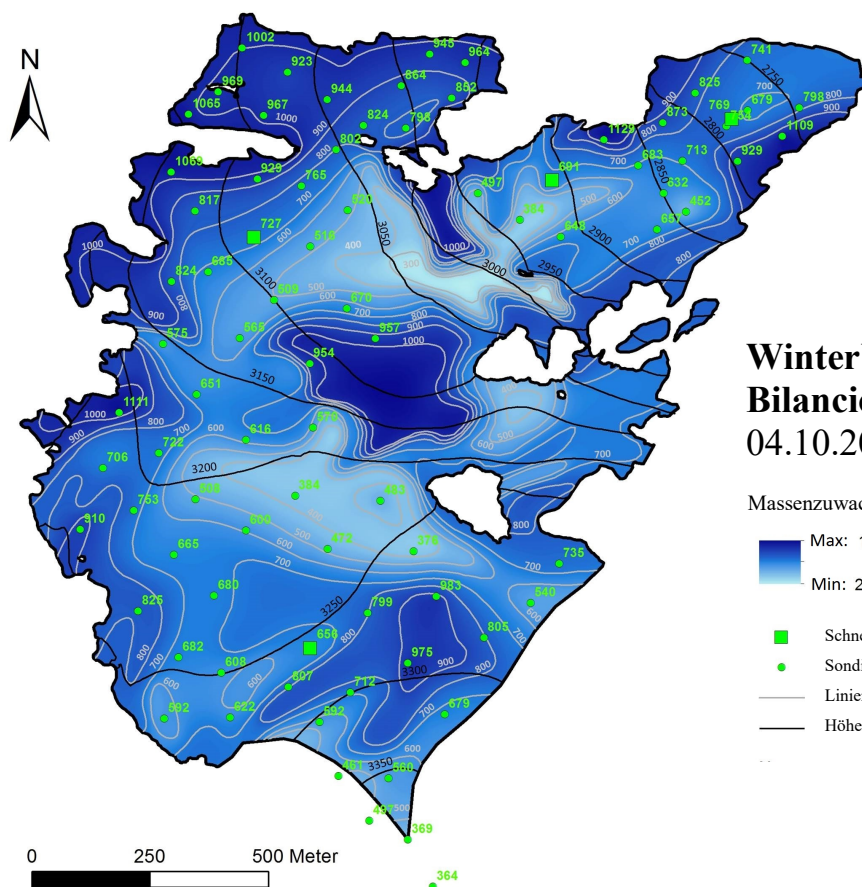
- Am Ende des Haushaltsjahres 2015/16 war der Gletscher bereits schneebedeckt und durch die kühle Witterung mit leichten Schneefällen zwischen dem 8. und 10. Oktober, sowie zu Monatsmitte und vor allem im letzten Monatsdrittel wurde das natürliche Haushaltsjahr am Langenferner beendet. Die Ablation von Eis nach Ende des hydrologischen Haushaltsjahres dürfte somit auch an den untersten Pegeln kaum eine Rolle gespielt haben.
- Die mögliche Bildung von Aufeis auf dem

Nel computo del bilancio invernale non sono altresì stati considerati i processi seguenti:

- alla fine dell'anno idrologico 2015/16 il ghiacciaio era già innevato e l'anno naturale sulla Vedretta Lunga si è concluso per il clima fresco con leggere nevicate tra l'8 e il 10 ottobre 2016, oltre che a metà e soprattutto nell'ultimo decade di questo mese. È verosimile che l'ablazione del ghiaccio dopo la fine dell'anno di bilancio idrologico 2015/16 non abbia avuto un ruolo significativo nemmeno alle paline più bassi.
- la possibile presenza di ghiaccio sovrainposto dell'anno precedente non è quantificabile. Nella

Eishorizont vom Vorjahr kann nicht quantifiziert werden. Auch dieser Effekt dürfte heuer keine Rolle gespielt haben, da die Schneedecke selbst im untersten Schacht noch nicht mit Schmelzwasser gesättigt war.

fattispecie anche questo effetto è stato trascurato in quanto non significativo come conferma lo stato del manto nevoso non ancora saturo di acqua di fusione anche nella trincea più bassa.



Winterbilanz Langenferner Bilancio invernale Vedretta Lunga 04.10.2016 – 05.05.2017

Massenzuwachs – Accumulo nivale [mm. W.e.]

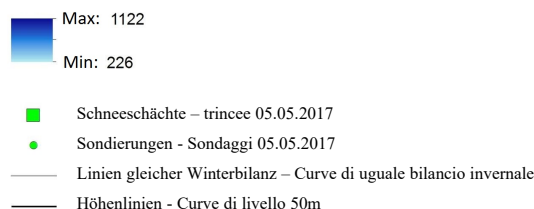


Abbildung 3. Langenferner - Schneeakkumulation im Winter 2016/17. Die Punkte markierten die Position der Sondierungen, die Quadrate jene der vier Schächte.

Auf dem Langenferner haben sich im Laufe des Winterbilanzhalbjahres 2016/17 (04.10.2016 – 05.05.2017) rund 1,2 Mio. m³ (d.h. 1170 Mio. Liter oder 1170 Mio. kg) Wasser angesammelt. Die mittlere spezifische **Winterbilanz** 2016/17 beträgt somit **731 mm** Wasseräquivalent. Das ist die zweitiefste Winterbilanz seit Beginn der Messungen am Langenferner im Jahre 2004.

4. Massenbilanz

Zu Beginn des Haushaltsjahres 2016/17 umfasste das Pegelnetz am Langenferner 28 operationelle Ablationspegel. Die Namensgebung der Pegel erfolgt einerseits über deren Standort (erste Zahl), andererseits über das Jahr in dem der jeweilige Pegel gebohrt wurde (zweite Zahl). Ein eventuell vorhandener Buchstabe nach der ersten Zahl (z.B. 13a/11) weist darauf hin, dass der Pegel aus diversen Gründen nicht an der ursprünglichen Stelle installiert wurde. Das aktuelle Pegelnetz und dessen flächenhafte Verteilung über den Gletscher sind in Abbildung 4 dargestellt. Der Berechnung der Jahresbilanz über das hydrologische Haushaltsjahr liegen Daten aus fünf

Figura 3. Vedretta Lunga - Accumulo nivale nell'inverno 2016/17. I punti rossi mostrano le posizioni di sondaggio, i quadrati neri quelle delle 4 trincee.

Nel corso del periodo invernale dell'anno idrologico 2016/17 (04.10.2016 – 05.05.2017), la Vedretta Lunga ha accumulato 1,2 milioni m³ (ossia 1170 milioni litri o 1170 milioni di kg) di acqua. Il **Bilancio Invernale** per l'anno idrologico 2016/17 risulta così pari a **731 mm** di equivalente in acqua. Si tratta del secondo bilancio invernale più basso dall'inizio delle misure su tale ghiacciaio risalente al 2004.

4. Bilancio di massa

All'inizio dell'anno idrologico 2016/17 la rete di monitoraggio del bilancio di massa della Vedretta Lunga constava di 28 paline ablatometriche. La nomenclatura delle paline è affidata a un codice esadecimale composto da un numero identificativo del sito di ubicazione del singolo punto di misura seguito dall'informazione circa l'anno di trivellazione della singola palina. Una eventuale lettera dopo il primo numero (ad es. 13a/11) informa circa lo spostamento, per diversi motivi, della palina rispetto alla relativa posizione originaria di installazione. Nella Figura 4 è rappresentata l'attuale rete di paline ablatometriche e la distribuzione di queste ultime sul ghiacciaio.

Feldkampagnen zu Grunde. Neben der Frühjahrsbegehung am 5. Mai 2017 wurden vier Begehungen während des Sommers durchgeführt. Bei der Begehung am 3. Juli 2017 wurden die Pegel 8, 9 und 35 an der Gletscherzunge nachgebohrt. Bei der Begehung am 5. und 6. August wurden die Pegel 8 (war am 3. Juli nur provisorisch nachgebohrt worden), 10, 11, 12, 17, 28 und 32 neu gebohrt. Bei der Abschlussbegehung wurden noch die Pegel 7, 14, 21a(09), 21b(15) und 29 nachgebohrt. Pegel 23 konnte als einziger über das gesamte Haushaltsjahr nicht aufgefunden werden. Pegel 6 fiel Ende Juli 2017 dem Gletscherrückgang zum Opfer und wurde aufgelassen. Bei der Abschlussbegehung für das Haushaltsjahr 2016/17 am 26. und 27. September wurden alle Pegel aufgesucht, jedoch konnten aufgrund der bereits mächtigen Herbstschneedecke die Pegel 7, 12, 13, 15 und 23 nicht aufgefunden werden. Im Falle von Pegel 7 konnte auf den Messwert vom 13. September (vermutlich keine nennenswerte Eisablation nach diesem Datum) zurückgegriffen werden. Von den 26 vorhandenen Pegelmesswerten beruhen schlussendlich sieben teilweise auf Rekonstruktionen. Zur Erstellung der Jahresbilanz 2016/17 wurden all diese 26 Messpunkte verwendet; alle wiesen eine deutlich negative spezifische Jahresbilanz auf. Die Eingrenzung der Akkumulationsflächen erfolgte auf Basis von Luftbildern vom 29. August 2017. Als zusätzliche Hilfe bei der räumlichen Extrapolation der Messwerte wurden Fotos von der Feldkampagne am 5. und 6. August verwendet.

Die Abschlussbegehung fand am 26. und 27. September 2017 statt und liegt daher, wie am Langenferner üblich, sehr nahe am Ende des hydrologischen Haushaltsjahres. Die Massenänderungen bis zum 30. September sind vernachlässigbar gering, weshalb keine betreffenden Korrekturen durchgeführt wurden.

Il calcolo del bilancio annuale della Vedretta Lunga nell'anno idrologico 2016/17 si fonda sui dati rilevati in complessivi 5 sopralluoghi. Accanto all'uscita primaverile del 5 maggio 2017, ne sono state svolte altre 4 durante l'estate. Durante l'ispezione del 3 luglio 2017 sono state approfondite le paline 8, 9 e 35 sulla lingua del ghiacciaio, mentre in occasione del sopralluogo del 5 e 6 agosto, è stata la volta delle paline 8 (perforata solo provvisoriamente il 3 luglio), 10, 11, 12, 17, 28 e 32. Durante il sopralluogo finale sono state approfondite anche le paline 7, 14, 21a (09), 21b (15) e 29. La palina 23 è stata l'unica che non è stata trovata durante l'intero anno idrologico. La palina 6 è caduta vittima del ritiro del ghiacciaio alla fine di luglio 2017 ed è stata abbandonata. In occasione dell'ispezione finale per l'anno 2016/17 del 26 e 27 settembre, tutte le paline sono state visitate, ma le paline 7, 12, 13, 15 e 23 non sono state trovate a causa del già consistente manto nevoso autunnale. Nel caso della palina 7, si è fatto riferimento alla misurazione del 13 settembre (presumibilmente nessuna ablazione con ghiaccio significativa dopo questa data). Dei 26 valori di misura delle paline esistenti, sette sono il risultato di una ricostruzione.

Per la valutazione del bilancio annuale 2016/17 sono quindi stati utilizzati tutti questi 26 punti di misura: tutti hanno mostrato un bilancio annuale specifico chiaramente negativo. Le aree di accumulo sono state delimitate sulla base di foto aeree del 29 agosto 2017. Le foto del sopralluogo sul campo del 5 e 6 agosto sono state utilizzate come ulteriore aiuto nell'estrapolazione aerea dei valori misurati.

Il sopralluogo di chiusura del bilancio di massa si è svolto il 26 e 27 settembre 2017 e quindi in una data molto prossima alla chiusura dell'anno idrologico. Le variazioni di massa fino al 30 settembre sono state minime e quindi trascurabili, motivo per cui non sono state apportate correzioni rispetto ai dati rilevati in campo.

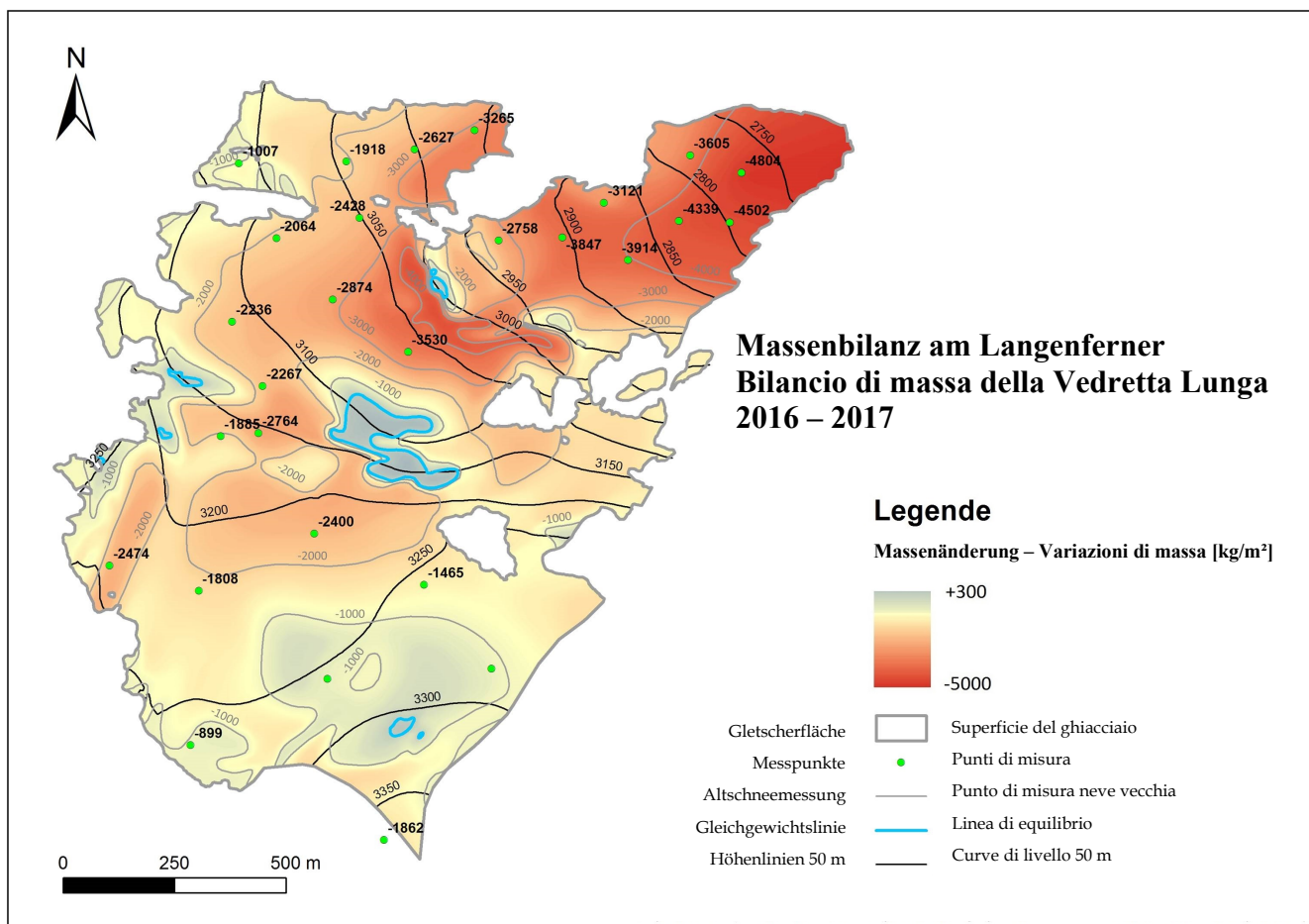


Abbildung 4. Langenferner - räumliche Verteilung der Massenbilanz im Haushaltsjahr 2016/17.

Im hydrologischen Jahr 2016/2017 hat der Langenferner rund 3,306 Mio. m³ (3306 Mio. Liter, oder 3306 Mio. kg) Wasser verloren. Dies entspricht - über den Gletscher verteilt - einer mittleren Wassersäule von **2066 mm (Massenhaushalt)**. Die Gleichgewichtslinie (ELA), also jene Höhe, in der sich Ablation und Akkumulation die Waage halten und die spezifische Bilanz 0 beträgt, liegt über der höchsten Fläche des Langenferners. Daraus ergibt sich eine AAR (Accumulation Area Ratio) zwischen Akkumulationsgebiet und Gesamtfläche von 0,016. Akkumulationsflächen beschränkte hauptsächlich auf die Steilmulde zwischen Pegel 17 und 21 und kleine Flecken in eingewehten Mulden des mittleren und oberen Gletscherteils.

Die Differenz zwischen Winter- und Jahresbilanz ergibt die **Sommerbilanz**. Der Gletscher hat im Sommer somit 4,475 Mio. m³ Wasser bzw. eine Wassersäule von **2797 mm** verloren.

5. Analyse

Die auf den vorigen Seiten dargestellten Karten von Akkumulation und Ablation erlauben es, die Variablen der Massenbilanz des Langenferners in Abhängigkeit der Höhe zu untersuchen.

Figura 4. Vedretta Lunga - distribuzione spaziale del bilancio di massa nell'anno idrologico 2016/17.

Nell'anno idrologico 2016/17, la Vedretta Lunga ha perso 3,306 milioni di m³ (3306 milioni di litri o 3306 milioni di kg) di acqua, corrispondenti ad una colonna d'acqua di **2066 mm** uniformemente distribuita sul ghiacciaio (**Bilancio di Massa**). La linea di equilibrio (ELA), che corrisponde alla quota ove l'ablazione estiva eguaglia l'accumulo invernale, si trova al di sopra delle aree alle quote più elevate della Vedretta Lunga. Ne consegue un rapporto AAR (Accumulation Area Ratio) tra superfici di accumulo e totale pari a 0,016.

Piccole aree di accumulo erano rimaste solo nell'avvallamento ripido tra le paline 17 e 21 e in alcuni piccoli avvallamenti della parte centrale e superiore del ghiacciaio dove era presente neve ventata.

Dalla differenza tra bilancio invernale ed annuale risulta il **Bilancio Estivo**. Nell'estate 2017 è risultata una perdita di volume di 4,475 milioni di m³ di acqua, ossia di una colonna d'acqua mediamente alta **2797 mm**.

5. Analisi

Le mappe di accumulo nivale e scioglimento glaciale, riportate nei paragrafi precedenti, consentono di analizzare le variabili di bilancio in funzione dell'altimetria della Vedretta Lunga.

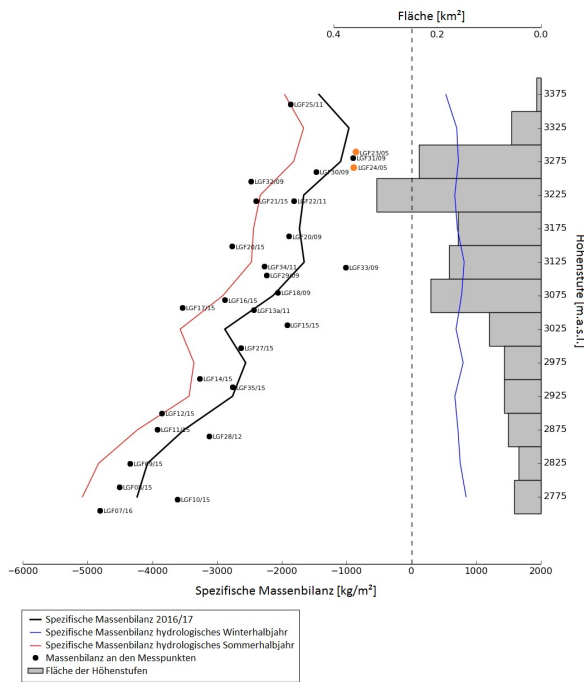


Abbildung 5. Langenferner - Höhenverteilung der Winterakkumulation (blaue Linie), der Sommerbilanz (orange Linie) und der Jahresbilanz (braune Linie) im Haushaltsjahr 2016/17. Die Balken zeigen die Verteilung der Gletscherflächen nach Höhenstufen. In der Tabelle rechts stehen die dazugehörigen Zahlenwerte der Jahresbilanz.

Die vertikalen Profile der spezifischen Massenbilanz zeigen, dass große Teile des Gletschers zwischen 3050 und 3300 m liegen und daher dieser Höhenbereich einen bedeutenden Einfluss auf die Massenbilanz hat. Weiters stellt man fest, dass die Akkumulation in allen Höhenstufen des Gletschers nahezu gleich groß ist, während die Ablation mit abnehmender Höhe exponentiell zunimmt.

Aufgrund der hohen Anzahl an Messpunkten und deren gleichmäßiger Verteilung über den Gletscher ergeben sich für die Jahresbilanz am Langenferner nur verhältnismäßig geringe Ungenauigkeiten.

6. Klimatologische Betrachtungen

Die Analysen zeigen eine deutlich unterdurchschnittliche Winterbilanz von +731 kg/m² welche das Resultat eines extrem trockenen Hochwinters, gefolgt von einem milden, leicht zu trockenen Frühjahr, ist. Nach dem trockenen Winterhalbjahr setzte bereits in der zweiten Maihälfte Schneeschmelze bis in hohe Regionen ein und nach dem sehr heißen Juni war bereits der größte Teil der geringen Schneereserven am Gletscher abgeschmolzen was sich in einer besonders niedrigen Oberflächenalbedo niederschlug. Dies intensivierte die Eisschmelze im feucht-milden Hochsommer, sodass, trotz eines relativ frühen Endes der Ablationsperiode, die Jahresbilanz 2017 mit -2066 kg/m² die mit Abstand negativste seit Beginn der Messungen im Jahre 2003/04 ist.

Die Massenverluste waren in allen Bereichen des

hight [m.a.s.l.]	surface [m ²]	B [m ³ w.e.]	b [mm w.e.]
3375	9139	-13044	-1427
3325	56502	-54477	-964
3275	235415	-257345	-1093
3225	316783	-526414	-1662
3175	160672	-277608	-1728
3125	177433	-293619	-1655
3075	213098	-455332	-2137
3025	99591	-286884	-2881
2975	71142	-189173	-2558
2925	71049	-196173	-2761
2875	62923	-220797	-3509
2825	43384	-176757	-4074
2775	51157	-216584	-4234
2725	31393	-147746	-4706
	1599681	-3304756	-2066

Figura 5. Vedretta Lunga - analisi della distribuzione altimetrica di accumulo invernale (linea blu), bilancio estivo (linea arancio) e bilancio annuale (linea marrone) nell'anno idrologico 2016/17. Le barre dell'istogramma rappresentano l'andamento altimetrico della superficie del ghiacciaio. Nella tabella a destra i dati sono riportati in termini numerici.

I profili verticali di bilancio specifico evidenziano come la fascia altimetrica tra 3050 e 3300 m s.l.m. è quella dove si trovano le parti più estese del ghiacciaio, per cui essa incide in modo determinante sul calcolo del bilancio di massa. Altresì risultano evidenti un accumulo quasi uniformemente distribuito sull'intero ghiacciaio ed un'ablazione che aumenta esponenzialmente con il diminuire della quota.

In virtù dell'elevato numero di punti di misura e della loro distribuzione omogenea sul ghiacciaio, il bilancio di massa della Vedretta Lunga denota una incertezza relativamente limitata rispetto a quella tipicamente conseguita con il metodo glaciologico diretto.

6. Considerazioni climatologiche

Le analisi mostrano un bilancio invernale di +731 kg/m² nettamente inferiore alla norma. Questo è il risultato di una parte centrale dell'inverno estremamente secca, seguita da una primavera mite e a sua volta non particolarmente nevosa. Nella seconda metà di maggio è poi cominciato lo scioglimento nivale anche alle quote superiori e alla fine di un mese di giugno estremamente caldo sulla Vedretta Lunga risultavano già esaurite gran parte delle scarse riserve nivali con forte riduzione dell'albedo della superficie del ghiacciaio. Questo ha portato all'intensificazione dell'ablazione nella mite e umida parte centrale dell'estate, cosicché, nonostante la fine relativamente anticipata del periodo di ablazione, il bilancio annuale 2017 pari a -2066 kg/m² è di gran lunga il più negativo dall'inizio delle misurazioni risalente al 2003/04.

Le perdite di massa sono state enormi in tutte le aree del

Gletschers enorm und betrogen selbst in den obersten Regionen des Gletschers verbreitet 1000 bis 2000 kg/m².

ghiacciaio e hanno fatto segnare valori dell'ordine di meno 1000-2000 kg/m² anche nelle parti superiori del ghiacciaio.

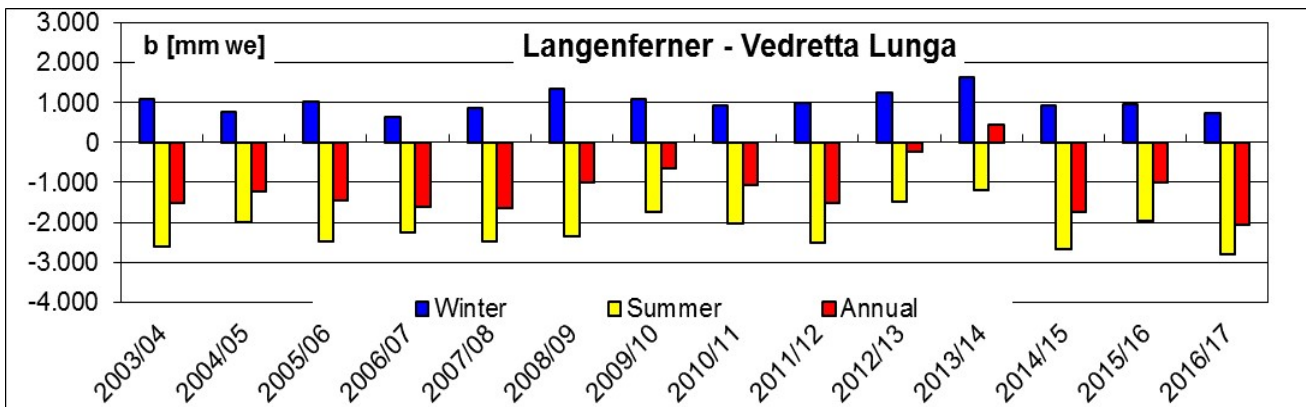


Abbildung 6. Langenferner: Zeitliche Entwicklung der Winter-, Sommer- und Jahresbilanzen in mm Wasseräquivalent (mm w.e.) von 2003/04 bis 2016/17.

Figura 6. Vedretta Lunga - evoluzione temporale di accumulo invernale, bilancio estivo e bilanci di massa (mm w.e.) negli anni idrologici dal 2003/04 al 2016/17.

Verantwortlicher Direktor: Ing. Roberto Dinale
Projektleitung: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser
Koordination Feldarbeiten/ Auswertungen: Mag. Stephan Galos

An dieser Ausgabe haben mitgewirkt:
 Stephan Galos, Roberto Dinale, Denise Morandell, Lukas Rastner

Unterstützung bei den Felderhebungen auch durch:
 Alois Belie, Lukas Fritz, Fabien Maussion, Andreas Meingast, Lindsey Nicholson, Moritz Oberrauch, Lorenzo Rieg, Maria Siller, Hartmann Stuefer, Hardy Titz.

für Vorschläge/Info mailto: hydro-stauanlagen@provinz.bz.it

Amt für Hydrologie und Stauanlagen
 Agentur für Bevölkerungsschutz
 Autonome Provinz Bozen - Südtirol
 Drususallee 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 (Herausgeber und Titel) gestattet.

Direttore responsabile: ing. Roberto Dinale
Direttore di progetto: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser
Coordinamento attività di campagna/ analisi: Mag. Stephan Galos

Hanno collaborato a questo numero:
 Stephan Galos, Roberto Dinale, Denise Morandell, Lukas Rastner

Alle attività di campagna hanno collaborato anche:
 Alois Belie, Lukas Fritz, Fabien Maussion, Andreas Meingast, Lindsey Nicholson, Moritz Oberrauch, Lorenzo Rieg, Maria Siller, Hartmann Stuefer, Hardy Titz.

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

Ufficio Idrologia e dighe
 Agenzia per la Protezione civile
 Provincia autonoma di Bolzano – Alto Adige
 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 (titolo e edizione).

Stephan Galos, Roberto Dinale, Georg Kaser, Denise Morandell and Lukas Rastner: Langenferner – Vedretta Lunga, Glacier Mass Balance 2016/2017; Glacierreport n. 1/2018, Autonomous Province of Bolzano – South Tyrol.