



GLACIER REPORT

N. 02/2016

Südtirol - Alto Adige

Sonderdruck zum Climareport Nr. 250 / supplemento al Climareport n.250

LANGENFERNER VEDRETTA LUNGA HAUSHALTSJAHR 2014 / 2015 ANNO IDROLOGICO

Abstract

Langenferner - Vedretta Lunga (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 a.s.l.). The present Glacierreport describes the results of the mass balance studies on the Langenferner - Vedretta Lunga glacier for the balance year 2014/2015. On behalf of the laserscan survey of September 2013 a glacier extend from 3370 m to 2710 m a.s.l. and an area of 1,6 km² are considered.

The mass balance measurements and analyses are 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 7th. The balance year 2014/2015 brought a mass loss of 1727 mm w.e. The cumulative mass balance since 2003 reached the value of -13248 mm w.e., that means 1104 mm w.e less per year. The winter balance of the Langenferner - Vedretta Lunga glacier was +932 mm w.e., the summer balance -2659 mm w.e. The calculated Equilibrium Line Altitude (ELA) was over the highest point of the glacier. The Accumulation Area Ratio (AAR) was 0,024.

The yearly mean temperature of +4,3° at the reference weather station of Diga del Gioveretto (1851 m a.s.l.) was 1,5°C higher than the long period mean. The cumulative precipitation of 770 mm was very close to the long period mean.

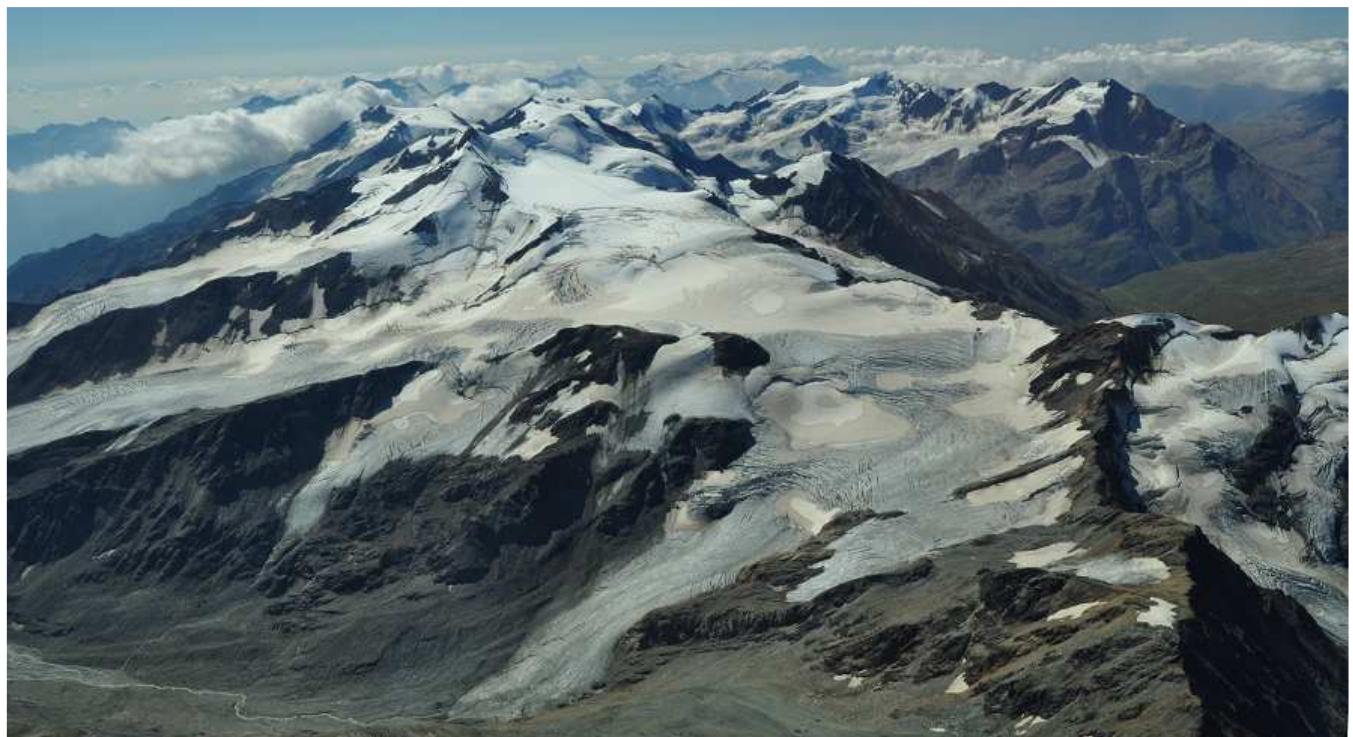


Figure 1. Langenferner - Vedretta Lunga short before reaching its minimum snow cover in summer 2015 (photo F. Covi).

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 hochauflösten Laserscan-Geländemodellen abgeleitet wird. Aktuell erstreckt sich der Langenferner über einen Höhenbereich von ca. 660 m bei einer Medianhöhe von 3143 m und einem niedrigsten Punkt auf 2711 m (Daten 2013). Die vergletscherte Fläche beträgt nach Auswertungen einer luftgestützten Laserscanvermessung vom 22. September 2013 etwa 1,6 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 der selben Uni, im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem Hydrographischen Amt der Autonomen Provinz Bozen - Südtirol durchgeführt werden.

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 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 Haushaltjahres erfolgen, beziehungsweise, sollte dies nicht möglich sein, eine entsprechende Korrektur der Messdaten vollzogen 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, si tratta di 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, dopo il 2005 facendo riferimento al modello digitale del terreno ad alta risoluzione rilevato con tecnologia Laser-scanner. Attualmente la Vedretta Lunga abbraccia circa 660 m di dislivello con una quota media di 3143 m ed un punto più basso di 2711 m (dati 2013). La superficie del ghiacciaio, valutata per mezzo dell'analisi di un ulteriore rilievo Laser-scanner del 22 settembre 2013, è pari a 1,6 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 ghiaccio, di 130 m circa, risulta nella parte orientale della conca tra il Rifugio Casati e i Tre Cannoni. Si stima ad ogni modo che nei successivi 5 anni il ghiacciaio abbia perso indicativamente l'11% del proprio volume.

Fin 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 esse 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 - Alto Adige che è quindi anche il soggetto finanziatore degli studi.

La determinazione del bilancio di massa della Vedretta Lunga avviene secondo il metodo glaciologico diretto. L'ablazione (perdita di massa) del ghiacciaio viene computata facendo riferimento a aste infisse nel ghiaccio, le cosiddette paline ablatometriche. La misura dell'accumulo (guadagno di massa) avviene da una parte in trincee, nelle quali si determina la densità della neve depositata, e dall'altra attraverso sondaggi di misura dello spessore della neve e della sua distribuzione sul ghiacciaio.

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

Im hydrologischen Jahr 2014/15 stechen die niederschlagsreichen Monate November, Mai und Juni ins Auge, außerdem dass die Witterung fast durchwegs wärmer als im Durchschnitt war. Im gesamten Zeitraum lag die mittlere Temperatur mit einem Jahresmittel von +4,3°C an der Station Stausee Zufritt (1851 m) deutlich über dem klimatologischen Mittel von +2,8°C. Die jährliche Niederschlagssumme von 770 mm war mehr oder weniger durchschnittlich, es wurde 2,5 % mehr Niederschlag als normal (751 mm) registriert (Vergleichszeitraum 1981-2010). Der Oktober war im ganzen Land viel zu mild, vom 21. bis 23. Oktober wurde diese „Schönwetterphase“ von einem markanten Wetterereignis beendet. Am 21. ging die Kaltfront mit starken Gewittern und Sturmböen durch, in der Nacht vom 22. auf den 23. folgte die Okklusion, die vor allem im Norden und Osten des Landes für einen markanten Wintereinbruch sorgte. Die Schneefallgrenze sank im Pustertal bis auf 700 m, in 2000 m fielen dort verbreitet 40-50 cm Schnee, stellenweise kam sogar 1 m Neuschnee zusammen. Am wenigsten Schnee fiel vom Ortler bis ins Ultental, an der Station Zufritt waren es in Summe nur 4,1 mm. Der November war in ganz Südtirol der mit Abstand wärmste November seit Beginn der Wetteraufzeichnungen (meist um 1920). Außerdem geht er als sehr nasser Monat in die Geschichte ein und auf dem Gletscher kam immer wieder Neuschnee dazu. An der Station Zufritt lag die Niederschlagssumme des Monats bei 168 mm, normalerweise liegt der Wert im Vergleichszeitraum bei 74 mm. Im Dezember hieß es warten auf den Winter. Aufgrund der außergewöhnlich hohen Temperaturen schneite es wenn, dann nur im Hochgebirge, viel Niederschlag gab es jedoch nicht. Auch der Jänner war überdurchschnittlich warm, wobei die erste Hälfte deutlich zu warm, die zweite Hälfte eher zu kühl verlaufen ist. Erwähnenswert ist ein Nordföhnereignis im Zuge einer markanten Warmfront das am 10. Jänner in Latsch eine Höchsttemperatur von 21,0°C mit sich brachte. Das ist die höchste Jännertemperatur in Südtirol seit Beginn der täglichen Wetteraufzeichnungen. Aber auch auf den Bergen wurde es sehr mild mit einer Nullgradgrenze auf über 3000 m. Der Februar brachte aufs Land gesehen wiederum zu warme Temperaturverhältnisse, an der Station Zufritt war die Mitteltemperatur jedoch leicht unterdurchschnittlich. Die Niederschlagsverhältnisse waren ausgeglichen. Der März brachte dann wieder milde Verhältnisse, Niederschlag fiel fast keiner (Zufritt 15 mm, Durchschnitt: 41 mm). Sehr trocken und äußerst mild ging es dann auch durch den April. Mehr Regen als normal brachte dann der Mai (Zufritt 117 mm, Durchschnitt: 82 mm), einen Gruß vom Winter gab es am 20. Mai aus einer Kombination einer Kaltfront aus Norden und einem Genuatief. Auf dem Brenner gab es Neuschnee, am meisten gereget hat es mit über 70 mm im Raum Ratschings, Burggrafenamt, Obervinschgau und im Unterpustertal. Spaltenreiter war die Station Ridnaun mit 109 mm, Zufritt meldete 33 mm, für den Gletscher bedeutete das noch einmal einiges an Neuschnee. Wärmer als normal verlief der

2. Analisi meteorologica

Nell'anno idrologico 2014/15 saltano all'occhio da una parte le elevate cumulate di pioggia dei mesi di novembre, maggio e luglio, dall'altra le temperature quasi costantemente superiori rispetto alla norma. La temperatura media di +4,3°C rilevata alla stazione meteorologica Diga del Gioveretto (1851 m) è stata decisamente superiore rispetto al dato di lungo periodo di +2,8°C. La precipitazione cumulata ha raggiunto 770 mm, pressoché corrispondenti (+2,5%) alla media climatologica di 751 mm (periodo di riferimento 1981-2010). Il mese di ottobre è stato molto mite in tutto l'Alto Adige finché tra il 21 ed il 23 del mese un forte evento meteorologico ha posto fine ad una lunga fase di bel tempo. In particolare il 21 ottobre si è verificato il transito di un fronte freddo molto attivo accompagnato da forti temporali e venti tempestosi; nella notte tra il 22 ed il 23 ottobre è seguita poi l'occlusione che ha portato un anticipo di inverno anzitutto nella parte settentrionale ed orientale della provincia. In Val Pusteria il limite delle nevicate si è abbassato fino a 700 m e a 2000 m sono qui caduti diffusamente 40-50 cm di neve, localmente fino ad 1 m. I quantitativi di neve fresca più modesti sono caduti tra la zona dell'Ortles e la Val d'Ultimo; alla stazione meteorologica del Gioveretto si sono misurati 4,1 mm di pioggia. Il mese successivo è stato poi estremamente caldo tanto da risultare il novembre più caldo dall'inizio delle misurazioni (per la maggior parte della rete risalente al 1920 circa). Si è trattato peraltro di un mese anche molto umido e sui ghiacciai si sono ripetutamente verificate nevicate. Alla Diga del Gioveretto sono caduti 168 mm di precipitazione, contro un dato climatologico medio di 74 mm. Anche a dicembre l'inverno si è fatto attendere e con temperature eccezionalmente miti le poche nevicate registrate sono rimaste confinate in alta montagna. Anche a gennaio il clima è rimasto più mite rispetto alla norma, benché decisiva in tal senso è stata la prima quindicina del mese mentre poi il clima si è fatto più fresco. Degno di nota è anche l'evento di Föhn da nord del 10 gennaio, contestuale al transito di un forte fronte caldo, con temperatura massima di 21,0 °C misurata a Laces. Questa è la temperatura più alta misurata a gennaio in tutto l'Alto Adige dall'inizio delle osservazioni. Anche in montagna sono stati giorni molto miti con lo zero termico oltre i 3000 m di quota. Anche febbraio non ha fatto eccezione ed è stato in genere più caldo rispetto alla norma; la temperatura media del mese alla Diga del Gioveretto è stata ciononostante leggermente inferiore rispetto alla norma. Le precipitazioni si sono mantenute in media. A marzo le temperature sono state ancora una volta miti e le precipitazioni scarse (Diga del Gioveretto 15 mm, contro un dato climatologico di 45 mm). Lo stesso dicono per il mese successivo, mentre a maggio le precipitazioni hanno superato la media (Diga del Gioveretto 117 mm, media lungo periodo 82 mm) soprattutto in virtù dell'evento del 20 maggio, quando una depressione centrata sul Golfo di Genova ed un concomitante fronte freddo da nord hanno portato un colpo di coda dell'inverno. La neve è tornata a cadere anche sul Brennero ed a Racines, Burgraviato, Alta Venosta e Bassa Pusteria sono ovunque caduti oltre 70 mm di precipitazione. A Ridanna si è registrata la massima cumulata di pioggia di 109 mm, mentre alla Diga del

Juni, abgesehen von einem stärkeren Niederschlagsereignis zu Monatsanfang blieb es danach weitestgehend trocken. Der Juli geht im Großteil des Landes als wärmster Juli (Zufritt: 15,3 °C, Durchschnitt: 12,0°C) in die Wettergeschichte ein. Auch der August verlief überdurchschnittlich warm, speziell am Anfang und Ende des Monats kann man von zwei Hitzewellen sprechen. Der Sommer 2015 (Juni, Juli und August) geht als zweitheißester Sommer seit Beginn der Aufzeichnungen in die Südtiroler Wettergeschichte ein. Das heißt alles andere als günstige Bedingungen für die Gletscher. Gletschergünstiger verlief der September, er war seit einem Jahr der erste Monat der aufs Land gesehen kühler verlaufen ist als im Durchschnitt. Zudem gab es den ersten kleineren Gruß vom Winter mit einer Kaltfront am 23. September, mit der es gebietsweise bis auf fast 1000 m herab schneite.

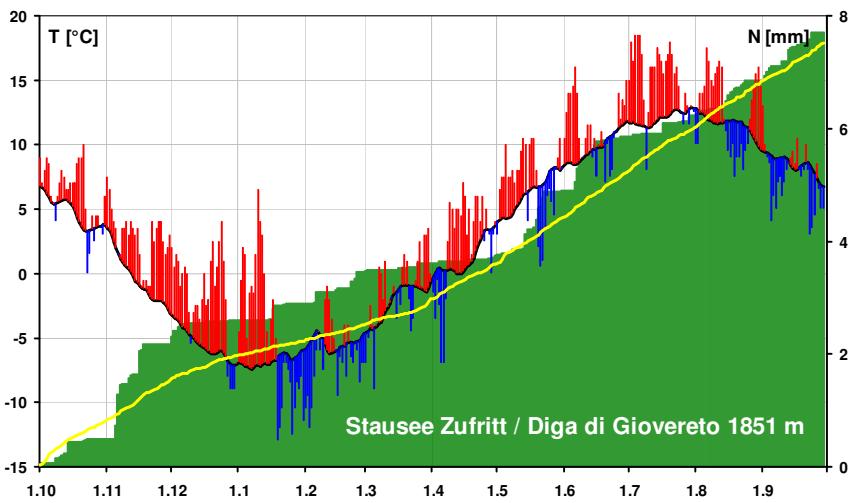


Abbildung 2. Temperatur und kumulativer Niederschlag im Haushaltsjahr 2014/15 an der Station Stausee Zufritt (1851 m) im Vergleich mit langjährigen Werten.

Zusammenfassend kann man von einem eher ungünstigen Haushaltsjahr für den Gletscher sprechen. Im Winter gab es eher weniger Schnee als normal und der Sommer war einer der wärmsten seit Aufzeichnungsbeginn mit ein paar ausgeprägten Hitzewellen.

3. Winterbilanz

Im Rahmen der Winterbilanz werden am Langenferner traditionell vier Schneeschächte an mehr oder weniger fixen Positionen, verteilt über den Gletscher, angelegt. Die entsprechende Begehung erfolgte im Frühling 2015 am 7. Mai. Nachdem im letzten Jahr wegen der großen Schneemengen einer der vier üblichen Schächte gestrichen wurde, konnten heuer wieder alle vier Schächte angelegt werden. Allerdings wurden die Positionen der Schächte S1 und S2 im Vergleich zu den Vorjahren verändert und zwar ein wenig höher angesetzt. Die mittleren Dichtewerte zur Ermittlung des Wasseräquivalents der Schneedecke lagen zwischen 369 und 490 kg/m³ wobei diese umgekehrt proportional zur Meereshöhe waren.

Neben den Schneeschächten wurden 102 Sondierungen zur Bestimmung der Schneehöhe und deren Verteilung, möglichst gleichmäßig über den Gletscher verteilt, durchgeführt.

Gioveretto si sono caduti 33 mm di pioggia con neve sul ghiacciaio. Giugno è stato nuovamente un caldo e non molto piovoso, eccezione fatta per un evento intenso ad inizio mese. Luglio ha fatto a sua volta mediamente segnare valori termici record (Diga del Gioveretto 15,3 °C, contro un valore climatologico di 12,0 °C). Un'ondata di calore si è avuta anche ad inizio agosto che è quindi anche risultato decisamente caldo. L'estate 2015 (giugno, luglio e agosto) passa così alla storia come la seconda più calda dall'inizio delle misurazioni in Alto Adige e quindi come assai poco favorevole al glacialismo. Settembre è stato infine il primo mese di tutto l'anno idrologico ovunque in Alto Adige più fresco rispetto alla media. Il 23 del mese un fronte freddo ha inoltre portato un piccolo assaggio di inverno con limite della neve in forte abbassamento, localmente fino a 1000 m.

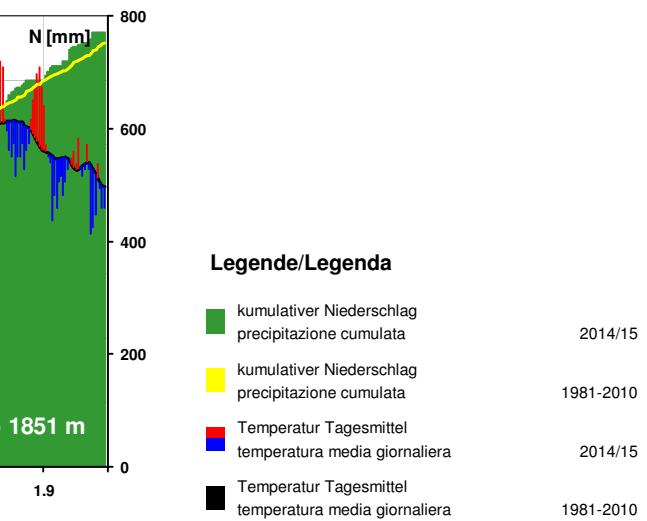


Figura 2. Andamento di temperatura e precipitazione cumulata alla diga del Gioveretto (1851 m) nell'anno idrologico 2014/15, confrontate con i valori climatologici.

Riassumendo il clima 2014/15 è stato un anno idrologico poco favorevole per i ghiacciai. In inverno è infatti caduta meno neve rispetto alla media e l'estate non solo è stata tra le più calde mai registrate ma è anche stata accompagnata da alcune significative ondate di calore.

3. Bilancio invernale

Le misure per la determinazione del bilancio invernale prevedono sulla Vedretta Lunga quattro trincee, scavate sempre più o meno nelle stesse posizioni. Solo nella primavera 2014 ne era realizzata una in meno in virtù dell'elevata quantità di neve sul ghiacciaio. In occasione dell'uscita di campo del 7 maggio 2015 sono state nuovamente scavate le quattro trincee tradizionali, seppure le posizioni di S1 e S2 siano state leggermente modificate rispetto al passato, con spostamento leggermente più in alto.

Le densità medie della neve sulla verticale sono risultate comprese tra 369 und 490 kg/m³, con valori inversamente proporzionali rispetto alla quota di misura. Lo spessore e la distribuzione della neve sulla superficie del ghiacciaio è stata valutata per mezzo di complessivi 102 sondaggi, omogeneamente distribuiti sulla Vedretta Lunga.

La successiva elaborazione ha visto prima la conversione

Zur flächenhaften Auswertung wurden die bearbeiteten/korrigierten Punktmesswerte zu Höhe, Dichte und folglich Wasseräquivalent der Schneedecke in ein Geographisches Informationssystem übernommen und in die digitale Karte des Gletschers übertragen. In weiterer Folge wurden händisch Linien gleicher Massenbilanz mit 250 mm w.e. Äquidistanz generiert. Diese Linien wurden digitalisiert und mit der Gletscherfläche verschnitten. Den so entstandenen Flächen wurde jeweils der Mittelwert der beiden sie begrenzenden Linien gleicher Massenbilanz zugewiesen. Im Falle eines räumlich abgeschlossenen relativen Minimums (Maximums) wurde der jeweiligen Fläche der bezogen auf die umgebende Fläche um 250 mm w.e. niedrigere (höhere) Wert zugeordnet. Durch Integration über die Gletscherfläche kann so die mittlere spezifische Massenbilanz berechnet werden.

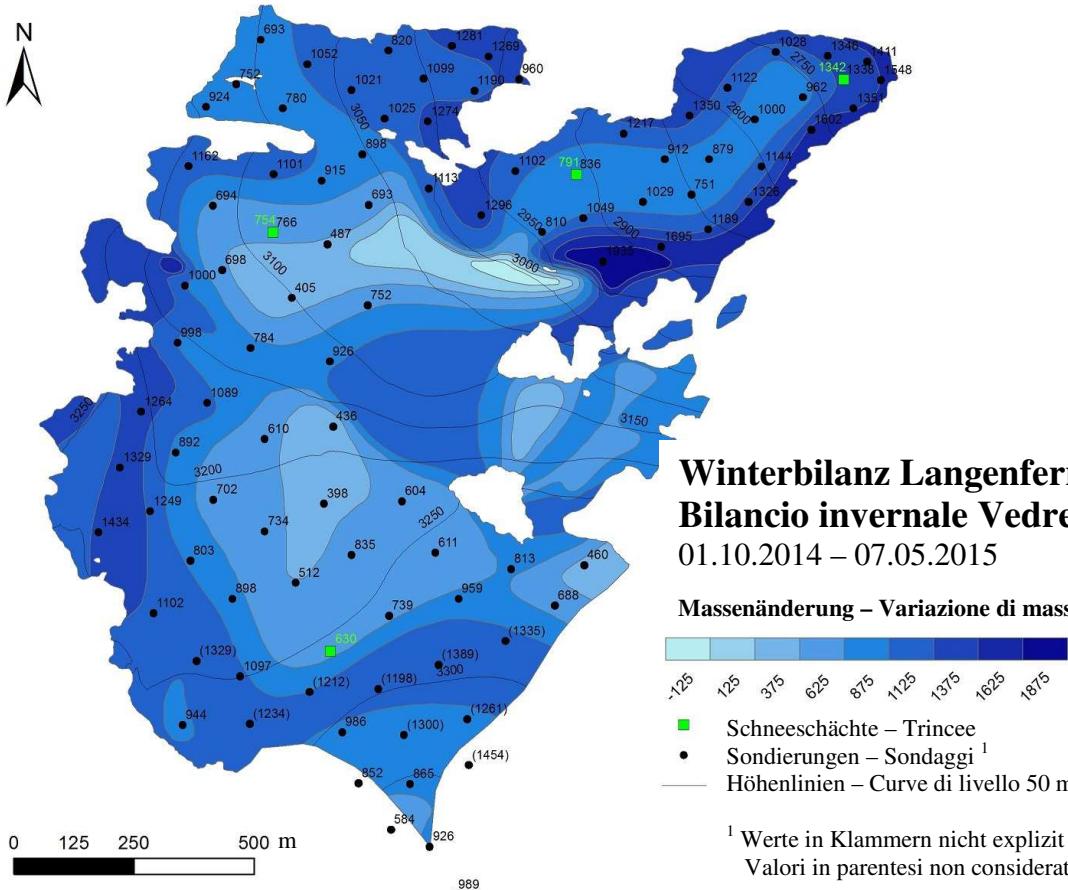


Abbildung 3. Langenferner - Schneakkumulation im Winter 2014/15. Die Punkte markierten die Position der Sondierungen, die Quadrate jene der vier Schächte.

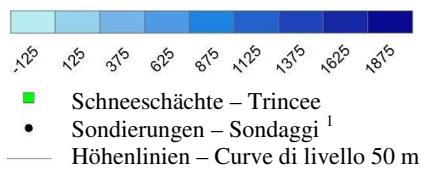
Das flächenhafte Muster der Schneedecke im Frühjahr 2015 war deutlich geprägt von starker Windverfrachtung des Winterschnees. Die Schneehöhen in den oberen Gletscherregionen waren allgemein merkbar geringer als in den weniger windexponierten Regionen an der Gletscherzung. Besonders windexponierte Bereiche, wie zum Beispiel die beiden Bruchzonen, waren teilweise nahezu gänzlich schneefrei. Auch das altbekannte Muster mit relativ geringen Schneemengen in der Zungenmitte und entlang des Streifens von Pegel 31 über Pegel 22, 20 usw. war in den Auswertungen deutlich erkennbar. Besonders viel Akkumulation war im Bereich oberhalb des Pegels 11 zu verzeichnen, was einerseits auf die windgeschützte Lage, andererseits auf die Ablagerung

dei dati di altezza della neve al suolo (misurati e corretti) in valori di equivalente in acqua, facendo riferimento alle densità della neve rilevate, e poi la elaborazione degli stessi su base cartografica digitale in un sistema geografico informatico. Le linee di egual bilancio di massa sono state disegnate a mano con equidistanza di 250 mm w.e. e successivamente digitalizzate e intersecate con la superficie glaciale. A ciascuna delle superfici così risultanti viene imputato il valore medio tra quelli delle isoline che lo delimitano. Nel caso di un area di minimo o massimo, ad essa è stato assegnato il valore della isolinea che lo delimita diminuito o aumentato di 250 mm w.e. Per integrazione su tutto il dominio rappresentato dall'area glaciale risulta infine il bilancio di massa specifico medio.

Winterbilanz Langenferner Bilancio invernale Vedretta Lunga

01.10.2014 – 07.05.2015

Massenänderung – Variazione di massa [mm w.e.] / [kg/m²]



¹ Werte in Klammern nicht explizit berücksichtigt
Valori in parentesi non considerati esplicitamente

Figura 3. Vedretta Lunga - Accumulo nivale nell'inverno 2014/15. I punti neri mostrano le posizioni di sondaggio, i quadrati quelle delle 4 trincee.

Nella primavera 2015 la distribuzione della neve sul ghiacciaio era fortemente caratterizzata dall'azione del vento durante i mesi invernali. Le altezze della neve nelle zone superiori più esposte erano evidentemente inferiori rispetto a quelle più protette sulla fronte della Vedretta Lunga.

Aree particolarmente soggette all'erosione eolica, come ad esempio entrambe le seraccate, erano quasi completamente prive di neve. Si sono tuttavia anche ripresentate alcune peculiarità tipiche dell'accumulo invernale quali la scarsa quantità di neve al centro della fronte e lungo la striscia che unisce le paline 31 e 20 passando per palina 22. Un accumulo particolarmente significativo è stato misurato al di sopra di palina 11 quale conseguenza di una zona del ghiacciaio piuttosto

von Lawinenschnee zurückgeführt werden kann. Die Massenrücklage von 2013/14 wurde bei der Erstellung der Winterbilanz insofern berücksichtigt, als dass die Schneelage vom 30.09.2014 auf dem Gletscher von der Schneedecke am 07.05.2015 abgezogen wurde. Ungenauigkeiten ergeben sich hauptsächlich durch fehlende Messpunkte vor allem in den steilen Gletscherbereichen nordwestlich unterhalb der Drei Kanonen und in besonders spaltenreichen Gebieten. Die entsprechenden Flächen sind aber relativ klein und können aufgrund der Beobachtungen während der Begehungen zu einem gewissen Grad eingeschätzt werden.

Eine weitere Fehlerquelle bildete heuer die Tatsache, dass beim Sondieren der Schneehöhe im oberen Gletscherbereich oft der Sommerhorizont von 2014 durchstochen wurde, was vor allem jene Messungen beeinflusste welche oberhalb von etwa 3250 m durchgeführt wurden. Offensichtlich falsche Sondierungen wurden in den Auswertungen nicht berücksichtigt und in der Grafik in Klammern dargestellt.

Folgende Prozesse wurden bei der Erstellung der Winterbilanz nicht berücksichtigt:

- Die Eisabloration in den untersten Gletscherbereichen während der ersten Oktoberhälfte 2014, welche in den untersten Bereichen des Gletschers doch bis zu einigen Dezimetern betragen haben dürfte;
- Die mögliche Bildung von Aufeis auf dem Eishorizont von 2014. Dieser Effekt dürfte - wenn überhaupt - nur auf der Zunge eine Rolle gespielt haben, da die Schneedecke nur dort bereits mit Schmelzwasser gesättigt war.

Insgesamt ist die Genauigkeit der Winterbilanz 2014/15 aus oben genannten Gründen verglichen mit den Vorjahren als etwas geringer einzustufen. Sie bewegt sich jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit im Bereich von +/- 100 mm w.e.

Auf dem Langenferner haben sich im Laufe des Winterbilanzhalbjahres 2014/15 (01.10.2014 bis 07.05.2015) rund 1,5 Mio. m³ (d.h. 1494 Mio. Liter oder 1494 Mio. kg) Wasser angesammelt. Die mittlere spezifische **Winterbilanz** 2014/15 beträgt somit **932 mm** Wasseräquivalent.

Dieses unterdurchschnittliche Ergebnis (etwa 10%) ist ein Resultat des extrem milden, und in der zweiten Hälfte sehr trockenen Winterhalbjahres, das vor allem in den Frühjahrsmonaten 2015 kaum nennenswerte Niederschlagsereignisse in der Region brachte.

4. Massenbilanz

Zu Beginn des Haushaltsjahres 2014/15 umfasste das Pegelnetz am Langenferner 26 operationelle Ablationspegl. 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 folgender Abbildung dargestellt.

protetta ma anche dell'accumulo di neve da valanga. L'accumulo residuo 2013/14 è stato considerato nella misura in cui alla massa nevosa rilevata il 07.05.2015 è stata sottratta quella presente sul ghiacciaio alla fine dell'anno idrologico precedente.

Le incertezze nella valutazione dell'accumulo invernale derivano anzitutto dalle zone di ghiacciaio ove non erano disponibili misure dello spessore della neve, ossia nelle zone del ghiacciaio più ripide e meno accessibili, sotto i Tre Cannoni e in presenza di molti crepacci. Si tratta tuttavia di aree non particolarmente estese ed è stato peraltro possibile stimare tali dati con sufficiente accuratezza grazie alle osservazioni durante i vari sopralluoghi svolti.

Un'ulteriore fonte di errore deriva dalla difficoltà di identificare in modo univoco con i sondaggi l'orizzonte estivo 2014. Questo vale in modo particolare per le misure oltre quota 3250 m dove si ritiene che i sondaggi abbiano spesso inciso anche la neve residua alla fine dell'anno idrologico 2013/14. I sondaggi sospetti non sono stati considerati nei calcoli e riportati in parentesi in corografia.

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

- L'ablazione glaciale registrata nella prima metà di ottobre 2014, che alle quote inferiori del ghiacciaio può essere stimata dell'ordine di qualche decimetro;
- la possibile presenza di ghiaccio sovrapposto sull'orizzonte superficiale del ghiacciaio a fine 2014. Si ritiene tuttavia che questo effetto abbia potuto essere significativo solo sulla fronte del ghiacciaio dato che solo qui a fine stagione la neve risultava satura di acqua.

Per le ragioni esposte, l'accuratezza della valutazione del bilancio invernale 2014/15 è stimata leggermente inferiore rispetto a quella conseguita negli anni precedenti. Con tutta probabilità oscilla ad ogni modo non oltre i +/- 100 mm w.e.

Nel corso del periodo invernale dell'anno idrologico 2014/15 (01.10.2014 - 07.05.2015), la Vedretta Lunga ha accumulato 1,5 milioni m³ (ossia 1500 milioni litri o 1500 milioni di kg) di acqua. Il **Bilancio Invernale** specifico della Vedretta Lunga per l'anno idrologico 2014/15 risulta così pari a **932 mm** di equivalente in acqua.

Questo dato, del 10% inferiore rispetto alla media della serie storica, è il risultato di un inverno estremamente mite e molto siccioso nella sua seconda parte. Ad inizio primavera 2015 nella regione dell'Ortles-Cevedale non si sono infatti registrate precipitazioni significative.

4. Bilancio di massa

All'inizio dell'anno idrologico 2014/15 la rete di monitoraggio del bilancio di massa della Vedretta Lunga constava di 26 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 seguente è rappresentata l'attuale rete di paline ablatometriche e la distribuzione di queste ultime sul ghiacciaio.

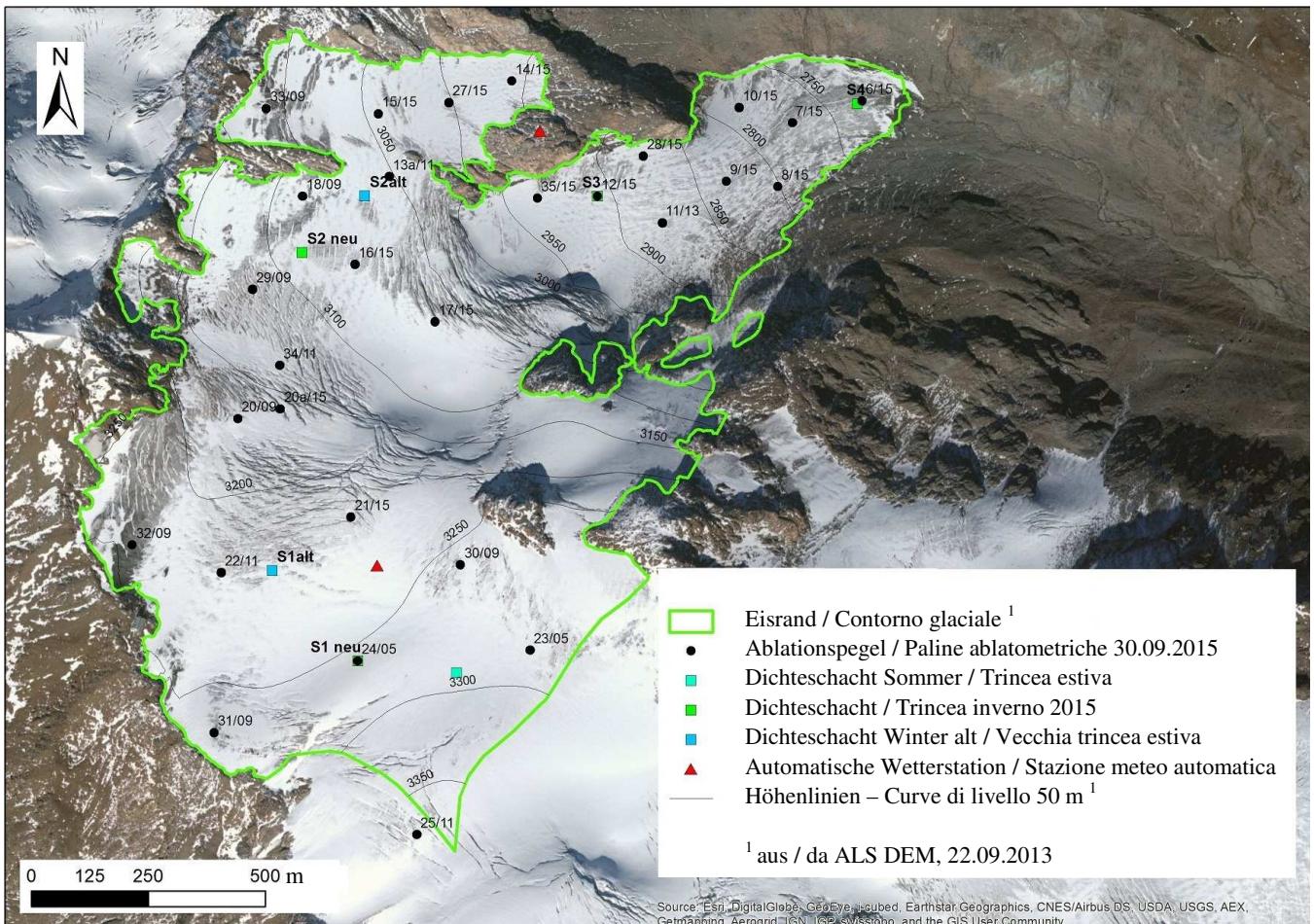


Abbildung 4. Langenferner – Das Pegelnetz und die Lage der Wetterstationen am Langenferner auf dem Orthophoto 2012 von „Bing Imagery“.

Der Berechnung der Jahresbilanz über das hydrologische Haushaltsjahr liegen Daten aus sechs Feldkampagnen zu Grunde. Neben der Frühjahrsbegehung am 7. Mai 2015 wurden vier Begehungen während des Sommers durchgeführt. Eine Begehung zur Wartung der Wetterstation im oberen Gletscherbereich wurde bereits am 23. Dezember 2014 durchgeführt. Die Begehungen im Sommerhalbjahr waren jeweils mehrtägige Einsätze, da neben den Pegelablesungen jeweils auch Wartungsarbeiten an den Wetterstationen und meist auch Pegelbohrarbeiten durchgeführt wurden. Insgesamt mussten wegen der extremen Ablation im Sommer 2015 sechzehn Pegel nach- oder neu gebohrt werden.

Zur Erstellung der Jahresbilanz 2014/15 standen Bilanzdaten von 29 Messpunkten verteilt über die Gletscherfläche zur Verfügung. Davon 28 im Ablationsgebiet (27 Pegel + AWS) und einer im Akkumulationsgebiet (Schacht SS1). Als zusätzliche Hilfe bei der räumlichen Extrapolation der Messwerte wurden Fotos von den verschiedenen Feldkampagnen und Luftbilder vom Rundflug am 31.08.2015 verwendet. Die Abschlussbegehung fand am 28. und 29. September 2015 statt und liegt daher, wie am Langenferner üblich, sehr nahe am Ende des Haushaltsjahres. Die Massenänderungen bis zum 30. September sind entsprechend gering und es wird somit auf betreffende Korrekturen verzichtet.

Im Laufe des Sommers wurden nahezu alle aufgefundenen Pegel mittels differenziellem GPS (DGPS) eingemessen, was im Vergleich mit den Messungen aus den Vorjahren eine grobe

- Eisrand / Contorno glaciale¹
- Ablationspegel / Paline ablatometriche 30.09.2015
- Dichteschacht Sommer / Trincea estiva
- Dichteschacht / Trincea inverno 2015
- Dichteschacht Winter alt / Vecchia trincea estiva
- ▲ Automatische Wetterstation / Stazione meteo automatica
- Höhenlinien – Curve di livello 50 m¹

¹ aus / da ALS DEM, 22.09.2013

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, i-cubed, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

Figura 4. Vedretta Lunga – Rete di monitoraggio e posizione stazioni meteorologiche con l'orthofoto 2012 di “Bing Imagery” sullo sfondo.

Il calcolo del bilancio di massa della Vedretta Lunga nell’anno idrologico 2014/15 si fonda sui dati rilevati in complessivi 6 sopralluoghi. Accanto all’uscita primaverile del 7 maggio 2015, ne sono state svolte altre 4 durante l'estate. Il 23 dicembre 2014 ci si è invece occupati della manutenzione della stazione meteorologica nella parte alta del ghiacciaio. I sopralluoghi estivi si sono sempre svolti in più giorni, in quanto dedicati alla lettura delle paline ablatometriche ma anche a varie attività sulle stazioni meteorologiche e spesso anche all’approfondimento ed al riposizionamento delle paline stesse. L’ablazione estrema registrata durante l'estate 2015 ha infatti costretto a lavori di trivellazione su ben 16 paline ablatometriche. Per la valutazione del bilancio annuale erano disponibili dati in 29 posizioni: in 28 casi in zona di ablazione (27 paline + AWS), mentre una trincea (S1) è stata scavata in zona di accumulo. In aggiunta alle informazioni puntuali, per l’interpolazione e l’estrapolazione di tali dati sono inoltre state considerate varie fotografie da terra scattate in occasione delle misure di campagna le foto aeree del sorvolo effettuato in data 31.08.2015. Il sopralluogo di chiusura del bilancio di massa si è svolto il 28 ed il 29 settembre 2015 e quindi in una data molto prossima alla chiusura dell’anno idrologico. Le differenze rispetto al 30 settembre sono di conseguenza molto modeste per cui si è rinunciato a praticare correttore dei dati raccolti.

Nel corso dell'estate sono state trovate quasi tutte le paline e rilevate per mezzo di GPS differenziale (DGPS); questi rilievi consentono una stima di massima delle velocità del flusso della Vedretta Lunga, quantomeno in

Quantifizierung der Fließgeschwindigkeit des Gletschers an den Pegelpositionen ermöglicht.

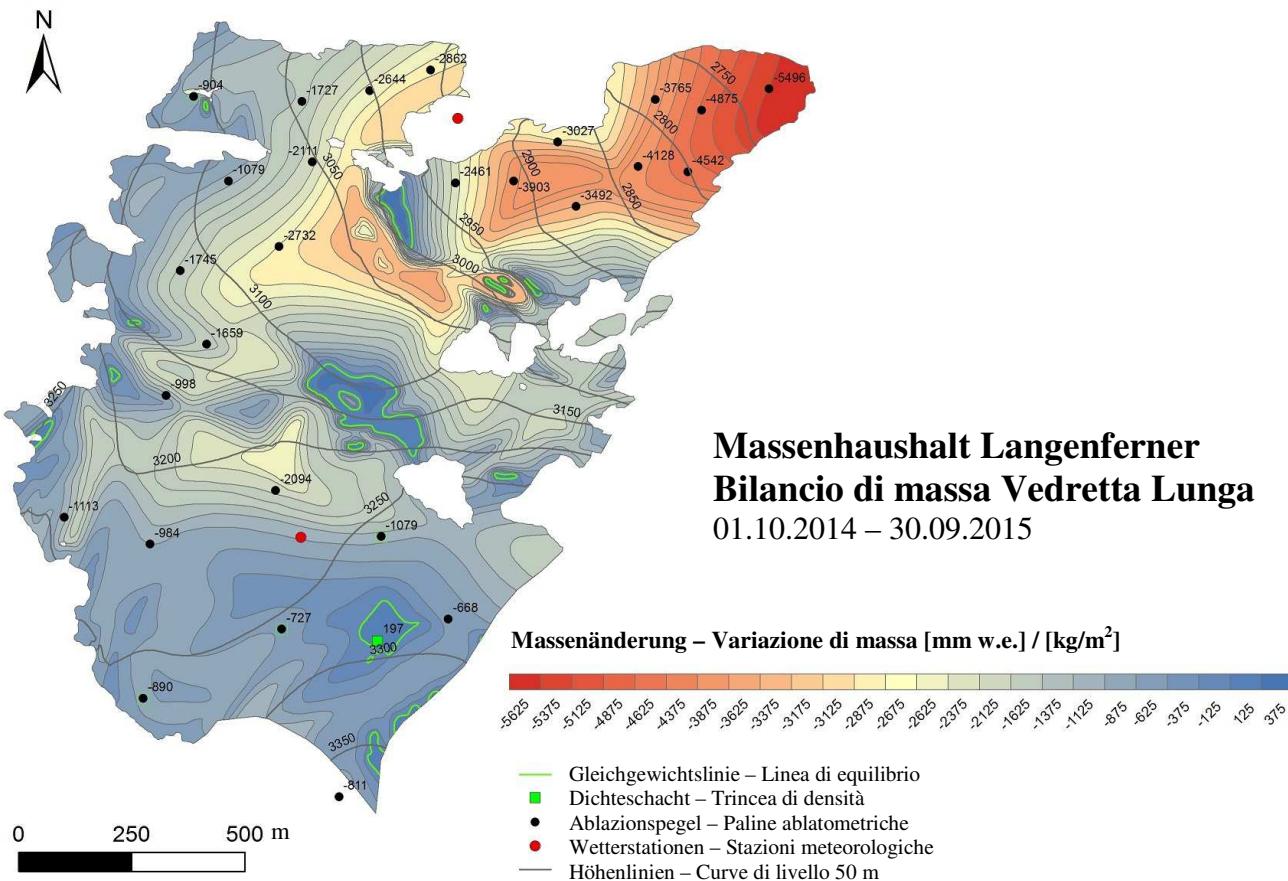


Abbildung 5. Langenferner - räumliche Verteilung der Massenbilanz im Haushaltsjahr 2014/15. Die schwarzen Punkte geben die Position der Ablationspegel an.

Im hydrologischen Jahr 2014/2015 hat der Langenferner rund 2,76 Mio. m³ (2760 Mio. Liter, oder 2760 Mio. kg) Wasser verloren. Dies entspricht - über den Gletscher verteilt - einer mittleren Wassersäule und somit einer **Jahresbilanz** von **-1727 mm**. Die Gleichgewichtslinie (ELA), also jene Höhe in der sich Ablation und Akkumulation die Waage halten und die spezifische Bilanz 0 beträgt, liegt über den höchsten Flächen des Langenfernerns, das Akkumulationsflächenverhältnis AAR (Accumulation Area Ratio) betrug 0,024.

Die größten Ungenauigkeiten bei der Erstellung der Massenbilanz 2014/15 resultieren aus dem Vorhandensein von Firnkörpern aus den beiden Vorjahren und der Tatsache, dass die Pegel 31 und 23 nicht aufgefunden werden konnten und somit wurde die Massenbilanz an diesen Stellen über andere Messungen und Beobachtungen geschätzt und rekonstruiert.

Sondierungen zur Bestimmung der Dicke der Firnschichten und deren flächenhafter Verteilung waren aufgrund mehrerer mächtiger Eislinsen, sowie dicker, schmelzwassergesättigter und später gefrorener Schneeschichten nicht möglich. Größere Flächen mit Rücklagen fehlten heuer, was zu einer weiteren Reduzierung von Messpunkten (Sondierungen) in den oberen Gletscherbereichen führte. Aufein an der Grenzschicht zwischen Firn und Eis und interne Akkumulation in der Firnschicht aus den Vorjahren konnten ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

Weitere Ungenauigkeiten ergeben sich aus der

corrispondenza dei punti in cui si trovano le paline ablatometriche.

Massenhaushalt Langenferner Bilancio di massa Vedretta Lunga

01.10.2014 – 30.09.2015

Figura 5. Vedretta Lunga – distribuzione spaziale del bilancio di massa nell'anno idrologico 2014/15. I punti neri indicano la posizione delle paline ablatometriche.

Nell'anno idrologico 2014/15, la Vedretta Lunga ha perso 2,76 milioni di m³ (2760 milioni di litri o 2760 milioni di kg) di acqua, corrispondenti ad un **Bilancio di Massa Annuale** di **-1727 mm** di colonna d'acqua uniformemente distribuita sul ghiacciaio. La linea di equilibrio (ELA), che corrisponde alla quota ove l'ablazione estiva egualia l'accumulo invernale, è salita fino ad oltre il limite superiore del ghiacciaio ed il rapporto AAR (Accumulation Area Ratio) tra superfici di accumulo e totale è risultato pari a 0,024.

Le incertezze più significative nella definizione del bilancio di massa annuale della Vedretta Lunga nell'anno idrologico 2014/15 derivano dalla presenza di aree di firn dei due anni precedenti e dal fatto che non sono state trovate le paline 31 e 23. In queste ultime posizioni il bilancio di massa è stato ricostruito sulla base degli altri dati disponibili e delle osservazioni effettuate nel corso dell'anno.

A causa della presenza di numerose lenti di ghiaccio e di spessi strati di neve, molto compatta a causa dei cicli di scioglimento e rigelo che li hanno interessati, non è stato possibile sondare con efficacia le lenti di firn rilevate e quindi determinarne lo spessore.

Molto poche erano invece le aree con neve stagionale residua per cui è stato possibile limitare il numero dei sondaggi utili alla documentazione delle stesse nelle zone superiori del ghiacciaio. Non è infine stato possibile considerare il ghiaccio sovrapposto presente al confine tra firn e ghiaccio e l'eventuale ulteriore accumulo all'interno del firn degli anni precedenti.

Ulteriori imprecisioni derivano dalla ricostruzione

Rekonstruktion von Ablationswerten für Teile der Messperiode an einigen Pegeln im untersten Gletscherbereich. Die betroffenen Flächen sind aber relativ gering und die Rekonstruktionen sind vermutlich nicht allzu ungenau. Die entsprechenden Fehler bezogen auf die mittlere spezifische Bilanz sind somit wesentlich geringer als die Fehler aus den zuvor diskutierten Problematiken. Insgesamt sind die möglichen Fehler bezogen auf die Massenbilanz 2014/15 größer als in den beiden Vorjahren, trotzdem sollte sich die Genauigkeit der Bilanz im Bereich von etwa +/- 100 kg/m² bewegen.

Die Differenz zwischen Winter- und Jahresbilanz ergibt die **Sommerbilanz**. Der Gletscher hat im Sommer somit 4,26 Mio. m³ Wasser bzw. eine Wassersäule von 2659 mm verloren.

5. Analyse

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

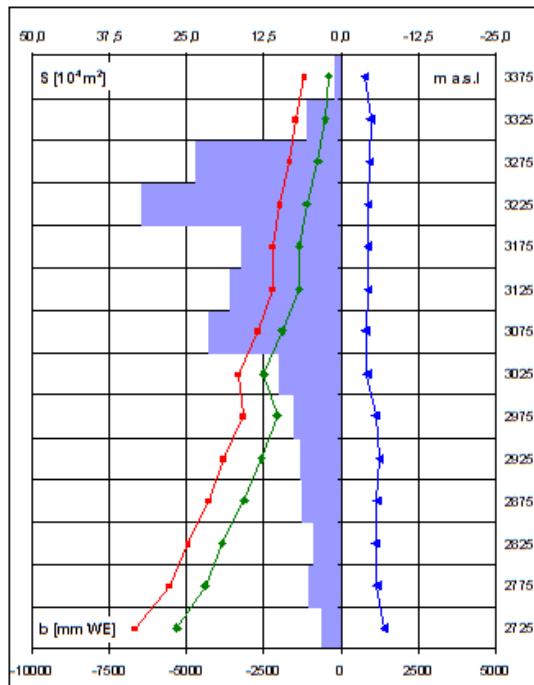


Abbildung 6. Langenfner - Höhenverteilung der Winterakkumulation (blaue Linie), der Sommerbilanz (rote Linie) und der Jahresbilanz (grüne Linie) im Haushaltsjahr 2014/15. Die Balken zeigen die Verteilung der Gletscherflächen nach Höhenstufen. In der Tabelle rechts stehen die dazugehörigen Zahlenwerte 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 2014/15 die Akkumulation mit der Höhe leicht abnimmt, während die Ablation mit abnehmender Höhe exponentiell zunimmt.

6. Klimatologische Betrachtungen

Die Massenbilanz des Haushaltjahres 2014/15 ist die negativste Jahresbilanz seit Beginn der nun zwölfjährigen Messreihe am Langenfner im Jahre

dell'ablazione di alcune paline nella zona inferiore del ghiacciaio in singoli periodi dell'estate. Le aree da ciò interessate sono in ogni caso limitate e le ricostruzioni verosimili. Gli errori che ne derivano e che possono inficiare la qualità del bilancio di massa specifico sono quindi stimati decisamente inferiori rispetto alle altre sorgenti di errore descritte.

Complessivamente l'accuratezza della valutazione del bilancio annuale 2014/15 è stimata leggermente inferiore rispetto a quella conseguita negli anni precedenti. Con tutta probabilità oscilla ad ogni modo non oltre i +/- 100 mm w.e.

Dalla differenza tra bilancio invernale ed annuale risulta il **Bilancio Estivo**. La perdita di volume nell'estate 2015 si attesta così in 4,26 milioni di m³ di acqua, ossia di una colonna d'acqua mediamente alta 2659 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.

height [m.a.s.l.]	surface [m ²]	B [m ³ w.e.]	b [mm w.e.]
3375	9142	7028	769
3325	56522	53678	950
3275	233432	215191	922
3225	320477	282065	880
3175	161061	141117	876
3125	177909	154694	870
3075	213816	168226	787
3025	99708	81840	821
2975	75178	84342	1122
2925	66155	81736	1236
2875	62947	71900	1142
2825	43398	48931	1127
2775	51174	59429	1161
2725	31450	43332	1378
	1602369	1493509	932

Figura 6. Vedretta Lunga - analisi della distribuzione altimetrica di accumulo invernale (linea blu), bilancio estivo (linea rossa) e bilancio annuale (linea verde) nell'anno idrologico 2014/15. 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 siano le fasce altimetriche tra 3050 e 3300 m s.l.m. ad incidere in modo determinante sul calcolo del bilancio di massa. Altresì risultano evidenti per il 2014/15 un leggero decremento dell'accumulo all'aumentare della quota ed un'ablazione che cresce in modo esponenziale al diminuire della quota.

6. Considerazioni climatiche

Il bilancio di massa 2014/15 è il più negativo dall'inizio delle campagne glaciologiche sulla Vedretta Lunga risalente al 2003/04. Si tratta del risultato di un'estate

2003/04. Sie ist das Ergebnis eines Sommers mit anhaltenden Perioden extrem heißer Witterung, wobei die mit Abstand größten Schmelzbrände im Juli zu verzeichnen waren. Die vor allem in den oberen Gletscherregionen relativ geringen Schneerücklagen nach einem Winterhalbjahr mit unterdurchschnittlichen Schneemengen waren bereits in der zweiten Julihälfte weitgehend abgeschmolzen. Nennenswerte Sommerschneefälle blieben zwischen 20. Juni und 15. August auch in den höchsten Gletscherregionen gänzlich aus. Ab 15. August bremsten mehrere Neuschneefälle die Schmelzraten vor allem in den höheren Regionen des Gletschers. Auch wenn der entsprechende Neuschnee durch die letzte Hitzewelle des Sommers Ende August unterhalb von etwa 3500 m (also auf dem gesamten Langenferner) noch einmal zur Gänze abschmolz. Das Vorhandensein von großflächigen Firnkörpern aus den beiden Vorjahren, sowie das Ausbleiben von nennenswerten Saharastaubeinträgen und die folge dessen etwas erhöhte (im Vergleich zu Eis) Oberflächenalbedo, verhinderten noch größere Massenverluste.

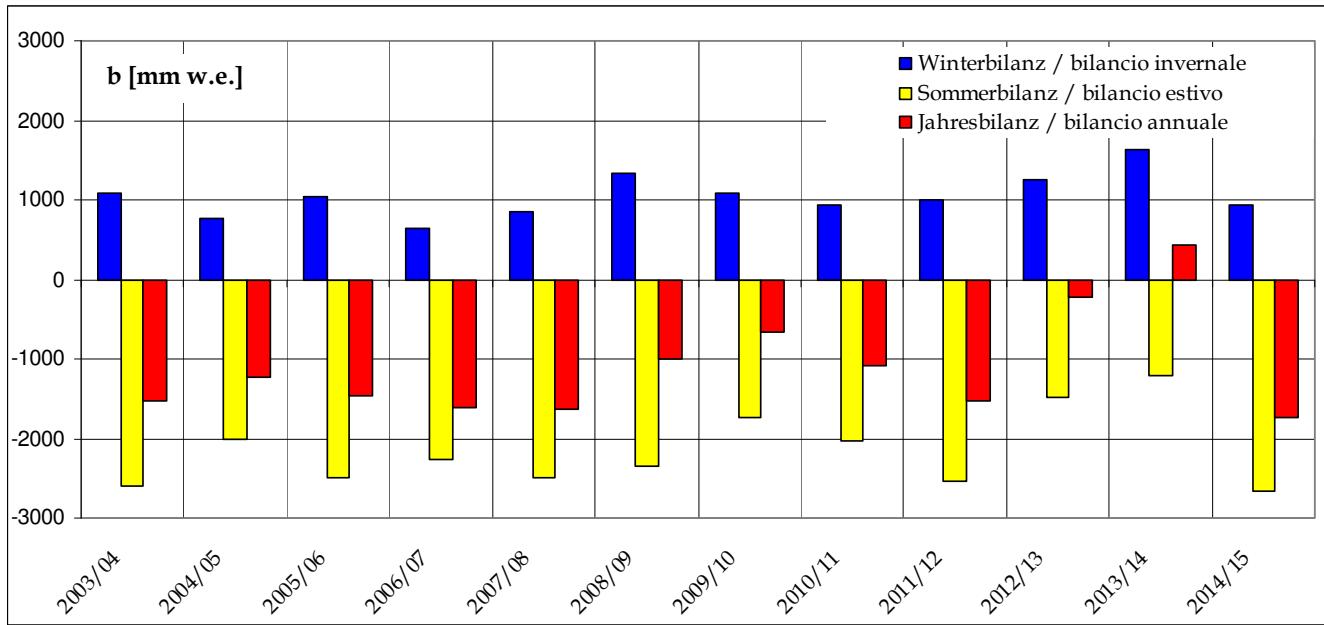


Abbildung 7. Langenferner: Zeitliche Entwicklung der Winter-, Sommer- und Jahresbilanzen in mm Wasseräquivalent (mm w.e.) von 2003/04 bis 2014/15.

7. Besonderes

Messprogramme zum Massenhaushalt von Gletschern ohne entsprechende meteorologische Messungen, welche eine physikalische Interpretation der beobachteten Gletscheränderungen ermöglichen, sind längst nicht mehr zeitgemäß. Am Langenferner ist amn für die Periode 2003 bis 2012 diesbezüglich auf die Daten der Wetterstationen auf Sulden Madritsch, 2825 m und Sulden Schöntaufspitze, 3325 m angewiesen. Beide Stationen werden vom Hydrographischen Amt des Landes Südtirol betrieben und sind vom Langenferner rund 2,4 km (Madritsch) bzw. 3,3 km (Schöntaufspitze) entfernt. Erst seit dem Jahre 2012 bzw. 2013 werden im Bereich des Langenfners zwei automatische Wetterstationen (AWS) betrieben. Die Station auf dem „Felsköpfel“ (2967 m) wurde bereits im Oktober 2012 in Betrieb genommen. Diese Station wurde heuer mit großem Aufwand umgebaut. Es

con persistenti periodi di clima estremamente caldo, fermo restando che il mese di maggiore ablazione è stato quello di luglio. Dopo un inverno con accumulo, soprattutto in alta quota, inferiore alla norma, le riserve di neve stagionale erano così esaurite già a metà luglio anche alle quote superiori. Tra il 20 giugno e il 15 agosto non si sono peraltro registrate nevicate significative nemmeno sui ghiacciai. Dopo Ferragosto una serie di nevicate ha poi frenato i tassi di scioglimento del ghiaccio in primis sulla parte alta della Vedretta Lunga, sebbene la neve fresca caduta al di sotto di quota 3500 m, e quindi su tutto il ghiacciaio, sia stata fusa dall'ultima ondata di calore dell'estate verificatasi a fine agosto. La presenza di estese aree di firn risalente ai precedenti due anni idrologici e l'assenza di eventi con deposizione di sabbia sahariana, con conseguente albedo superficiale leggermente superiore rispetto a quella del ghiaccio nudo, hanno tuttavia leggermente limitato l'apporto energetico al corpo glaciale, che altrimenti avrebbe produrre ablazione ancor più significativa.

Figura 7. Vedretta Lunga - evoluzione temporale di accumulo invernale, bilancio estivo e bilanci di massa (mm w.e.) negli anni idrologici dal 2003/04 al 2014/15.

6. Curiosità

I moderni programmi di monitoraggio del bilancio di massa dei ghiacciai fanno sempre riferimento a msure meteorologiche che consentano una interpretazione fisicamente basata dei fenomeni e delle modificazioni degli apparati glaciali osservate. Nel caso della Vedretta Lunga per il periodo 2003-2012 si è necessariamente fatto riferimento al campo neve di Solda Madriccio (2825 m) ed alla stazione meteorologica di alta quota di Cima Beltovo (3325 m). Queste stazioni di misura sono entrambe gestite dall'Ufficio idrografico della Provincia autonoma di Bolzano e distano rispettivamente 2,4 km e 3,3 km dalla Vedretta Lunga. Solo nel 2012 e nel 2013 sono state installate due stazioni meteo automatiche (AWS) in corrispondenza di tale ghiacciaio. Quella sul cosiddetto “Felsköpfel” è entrata in servizio nell'ottobre 2012 ed è stata rinnovata completamente quest'anno con notevole impegno di risorse. In particolare i sensori di

wurde ein solider Messturm installiert und die Station wurde mit einer OTT Pluvio² Niederschlagswaage, die für Anwendungen im Hochgebirge als besonders geeignet gilt, sowie mit einem zusätzlichen belüfteten Temperatur und Feuchtesensor ausgestattet. Die gemessenen Parameter an dieser Station sind somit: 2 x Lufttemperatur und relative Luftfeuchte (Vaisala HMP45C in einem unbelüfteten Gill Strahlungsschild + Rotronic HC2S3, belüftet), Globalstrahlung (Schenk Sternpyranometer), Windgeschwindigkeit und Richtung (Young 05103), sowie Atmosphärischer Luftdruck (Setra 278) und Niederschlagsmenge (OTT Pluvio²). Die gemessenen Daten werden in 10 minütigen Intervallen auf einem CR1000 Datenlogger mit CFM100 Speicherkartenmodul (beides Fa. Campbell Scientific) gespeichert. Zwischen dem Zeitpunkt der Installation am 25. Oktober 2012 und dem Ende des heurigen Haushaltsjahres am 30. September 2015 sind keine nennenswerten Datenlücken vorhanden.



Abbildungen 8/9. Langenferner - Wetterstationen am Gletscher westlich der Casati Hütte (links) und auf dem Felsköpfel auf 2967 m (rechts).

Im Juli 2013 wurde am Gletscherplateau westlich der Casati Hütte eine weitere AWS direkt am Eis installiert. Diese misst alle für die Oberflächenenergiebilanz wesentlichen Parameter: Lufttemperatur und relative Feuchte auf zwei Levels (Rotronic HC2S3 in einem unventilierten MET20 Gehäuse der Fa. Campbell Scientific), Windgeschwindigkeit und Richtung ebenfalls auf zwei Levels (Young 05103), alle vier Strahlungskomponenten (Kipp und Zonen CNR4, unbelüftet/unbeheizt), Schneehöhe/Eisbalation (jeweils 1x Campbell Sci. SR50 und SR50a), sowie atmosphärischer Luftdruck (Setra 278). Die Daten werden in fünf minütigen Intervallen auf einem CR3000 Datenlogger, kombiniert mit einem NL115 Speicherkartenmodul (beides Fa. Campbell Scientific) gesichert. Bei der Begehung am 19. August 2014 wurde

misura sono stati trasferiti su di un robusto traliccio di sostegno e la stazione è stata dotata anche di un pluviometro a cella di carico del tipo OTT Pluvio², ideale per applicazioni in alta quota, e con un sensore di temperatura e umidità ventilato. I parametri misurati da questa stazione meteorologica sono quindi: temperatura e umidità relativa ridondanti (Vaisala HMP45C con schermo antiradiazioni tipo Gill non ventilato e Rotronic HC2S3, ventilato), radiazione globale (piranometro a stella Schenk), velocità e direzione del vento (Young 05103), pressione atmosferica (Setra 278) e precipitazione (OTT Pluvio²). I dati misurati vengono archiviati su datalogger CR1000 con scheda di salvataggio VFM100 (entrambi Campbell Scientific) con risoluzione temporale di 10 minuti. Tra l'installazione il 25 ottobre 2012 e la fine dell'anno idrologico 2014/15 non si sono registrati malfunzionamenti degni di nota e quindi si dispone di serie di misura pressoché complete.



Figure 8/9. Vedretta Lunga - Stazioni meteorologiche sul ghiacciaio a ovest del Rifugio Casati (a sinistra) e sullo sperone roccioso a quota 2967 m (a destra).

Nel luglio 2013 sul plateau a ovest del Rifugio Casati è stata installata una seconda stazione meteorologica automatica, questa volta direttamente sul ghiacciaio. Questa misura tutti i parametri significativi ai fini del bilancio energetico della superficie glaciale, ossia: temperatura dell'aria e umidità relativa a due distinte altezze da terra (Rotronic HC2S3 con schermo MET20 non ventilato della ditta Campbell Scientific), velocità e direzione del vento anche in questo caso a due distinte altezze da terra (Young 05103), 4 componenti radiative (radiometro Kipp & Zonen CNR4, non ventilato/non riscaldato), altezza della neve/ablazione (rispettivamente Campbell Scientific SR50 e SR50a) e infine pressione atmosferica (Setra 278). I dati vengono archiviati su di un datalogger CR3000 con modulo di salvataggio NL115 (entrambi Campbell Scientific). La

die Station außerdem mit einem belüfteten Temperatur- und Feuchtesensor (Rotronic HC2S3) ausgerüstet. Mitte September 2015 fiel diese Station leider einem Sturm zum Opfer. Die Instrumente blieben dabei weitgehend unbeschädigt und konnten im Rahmen der Abschlussbegehung 2015 geborgen werden. Die Daten der beiden Wetterstationen sind auf Anfrage frei verfügbar.

In diesem Report wird der Witterungsverlauf jedoch auf die Wetterstation Stausee Zufritt Bezug genommen. Somit sind die klimatologischen Analysen mit jenen der vorigen Berichte vergleichbar und es steht dafür ein aussagekräftiger Vergleichszeitraum zur Verfügung. Die Daten der automatischen Wetterstationen am Felsköpf und auf dem Langenferner werden erstmals für Detailanalysen herangezogen, d.h. vor allem für das Verständnis der physikalischen Prozesse, die den Gletscher-Massenhaushalt bestimmen.

stazione di misura è stata inoltre dotata di un sensore di temperatura e umidità ventilato (Rotronic HC2S3) in occasione del sopralluogo del 19 agosto 2014. La tempesta registrata a metà settembre 2015 ha purtroppo abbattuto questa stazione meteorologica; fortunatamente tuttavia i sensori non sono per lo più stati danneggiati ed è stato possibile recuperarli in occasione della chiusura del bilancio di massa. Tutti i dati misurati dalle due stazioni meteorologiche descritte sono disponibili su richiesta.

Per congruenza con le analisi degli anni precedenti ed in ragione della serie storica disponibile nell'analisi meteorologica di cui al presente report si è fatto riferimento alla stazione meteo presso la diga del Gioveretto. I dati di cui alle stazioni descritte nel presente paragrafo saranno dapprima utilizzati per le analisi di dettaglio e volte alla comprensione dei processi fisici che governano il bilancio di massa della Vedretta Lunga.

Verantwortliche Direktorin: Dr. Michela Munari²

Projektleitung: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser¹

Koordination Feldarbeiten/Auswertungen: Mag. Stephan Galos¹

An dieser Ausgabe haben mitgewirkt:

Stephan Galos¹

Roberto Dinale²

Lukas Rastner²

Unterstützung bei den Feldarbeiten durch:

Federico Covì¹

Philipp Vettori¹

Michael Adamer³

Costanza Del Gobbo¹

Kevin Fourteau¹

Yasmin Markl¹

Daniel Thorlksson¹

Tobias Sauter⁴

Anna Wirbel¹

Tobias Reisch⁵

Lorenzo Rieg⁶

Tobias Zolles¹

¹ Institut für Atmosphären und Kryosphärenwissenschaften - Universität Innsbruck

² Hydrographisches Amt - Autonome Provinz Bozen - Südtirol

³ Department of Physics - University of Oxford

⁴ Institut für Geographie - Universität Erlangen

⁵ Fakultät für Physik - Universität Wien

⁶ Institut für Geographie - Universität Innsbruck

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

Hydrographisches Amt

Agentur für Bevölkerungsschutz

Autonome Provinz Bozen - Südtirol

Drususallee 116, I-39100 Bozen

www.provinz.bz.it/hydro

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

Auszugsweiser oder vollständiger Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Direttrice responsabile: dott.sa Michela Munari²

Direttore di progetto: Univ. Prof. Dr. Georg Kaser¹

Coordinamento attività di campagna / analisi: Mag. Stephan Galos¹

Hanno contribuito a questo numero:

Stephan Galos¹

Roberto Dinale²

Lukas Rastner²

Alle attività di campagna hanno collaborato:

Federico Covì¹

Philipp Vettori¹

Michael Adamer³

Costanza Del Gobbo¹

Kevin Fourteau¹

Yasmin Markl¹

Daniel Thorlksson¹

Tobias Sauter⁴

Anna Wirbel¹

Tobias Reisch⁵

Lorenzo Rieg⁶

Tobias Zolles¹

¹ Institute of Atmospheric and Cryospheric Sciences – University of Innsbruck

² Ufficio idrografico – Provincia autonoma di Bolzano – Alto Adige

³ Department of Physics – University of Oxford

⁴ Institute of Geography - University of Erlangen

⁵ Faculty of Physics- University of Vienna

⁶ Institute of Geography - University of Innsbruck

per proposte/ info mailto: hydro@provincia.bz.it

Ufficio Idrografico

Agenzia per la Protezione civile

Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige

Viale Druso 116, I-39100 Bolzano

www.provincia.bz.it/hydro

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

Riproduzione parziale o totale autorizzata con citazione della fonte.