



GLACIER REPORT

N. 04/2011

Südtirol - Alto Adige

Sonderdruck zum Climareport Nr. 193 / supplemento al Climareport n.193

ÜBELTALFERNER GHIACCIAIO DI MALAVALLE HAUSHALTSJAHR 2009 / 2010 ANNO IDROLOGICO

Abstract

The present *Glacierreport* describes the results of the mass balance studies carried out on the Malavalle glacier (I4L00121108) for the balance year 2009/2010. The glacier is situated in Italy and has an area of about 6,2 km². The measurements and analyses were carried out from the Italian Glaciological Committee and financed from the Hydrographic Office of the Autonomous Province of Bolzano. The mass balance was achieved by the direct glaciological method, based on in situ measurements. The results refer to the period 03/10/2009 - 11/09/2010. The balance year brought a mass loss of 197 mm we. The cumulative mass balance since 2001/2002 reached the value of -7638 mm we, that means about 849 mm we less per hydrological year. The winter balance of the Malavalle glacier was +1179 mm we, the summer balance -1376 mm we. The calculated Equilibrium Line Altitude (ELA) was about 3032 m a.s.l., the Accumulation Area Ratio (AAR) of 0,42.

Peculiar climatic characteristic of the referring hydrological year was the cold winter with lots of snow in December and a short but hot summer period in July with strong ablation. In August and September the climate was a little colder than in the long period. So the yearly mean temperature of +4,6 °C measured at the weather station of Ridnaun/Ridanna (1350 m a.s.l.) was 0,8° lower than the climatological mean of 5,4°. The cumulative precipitation of 1257 mm felt clearly higher than the long period mean of 1087 mm.

The report describes the results of the ice thickness measurements carried out on the Malavalle glacier from the Institute for Meteorology and Geophysics of the University of Innsbruck on May the 08th and 09th 2009 by GPR (ground penetrating radar) as well. The measurements were made on 155 sites with a maximum thickness value of 214 m and a mean ice depth of 68 m. It results a total ice volume of 0,434 km³.



Figure 1. Malavalle glacier (international code: I4L00121108) photographed august 10, 2010 (foto: Gianluigi Franchi).



1. Einleitung

Die Erhebung der Massenbilanzen hat am Übeltalferner im Ridnauntal im hydrologischen Jahr 2001/02 begonnen und wird vom Italienischen Glaziologischen Komitee in Zusammenarbeit mit dem Hydrografischen Amt der Autonomen Provinz Bozen durchgeführt. Am nahe liegenden hangenden Ferner gibt es seit dem Sommer 1996 regelmäßige Messungen. Zunächst wurde nur die Jahresbilanz ermittelt, ab dem hydrologischen Jahr 1998/99 dann auch die Winter- und Sommerbilanz. Die Massenbilanz bezieht sich auf das hydrologische Jahr, das im alpinen Raum üblicherweise am 1. Oktober beginnt und mit 30. September im darauf folgenden Jahr endet.

In beiden Fällen wird die direkte glaziologische Methode angewandt, bei der die Massenänderung des Eiskörpers untersucht wird. Diese wird an den Enden der so genannten Ablationspegl gemessen, die an repräsentativen Stellen in den Gletscher hinein gebohrt wurden. Dabei wird ermittelt wie weit der Ablationspegl aus der Gletscher- oder Firnoberfläche des letzten Jahres herausragt. Separat berücksichtigt wird zudem auch die vorherrschende jahreszeitliche Schneedecke.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse vom Übeltalferner im Detail präsentiert, wo im hydrologischen Jahr 2009/10 ein Eismassenverlust von 197 mm wasseräquivalent ermittelt wurde.

2. Witterungsverlauf

Ein kalter und zu Beginn auch schneereicher Winter sowie Hitze und starke Ablation im Sommer prägen das hydrologische Jahr 2009/2010. Die Jahresmitteltemperatur an der Station Ridnaun auf 1350 m ü. M. liegt mit 4,6°C um knapp einen Grad unter dem langjährigen Mittelwert von 5,4°C. Hinsichtlich der Gesamtniederschlagsmengen resultiert das Jahr mit 1253 mm überdurchschnittlich feucht.

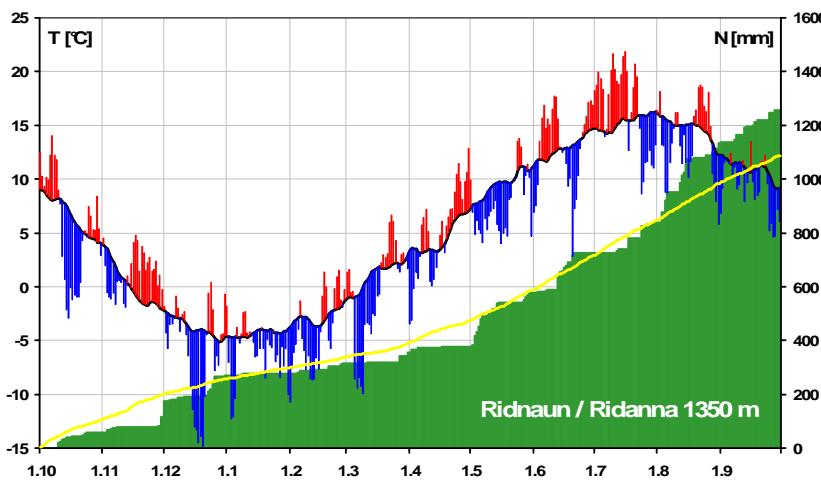


Abbildung 2. Temperatur und aufsummierter Niederschlag im Haushaltsjahr 2009/10 an der Station Ridnaun im Vergleich mit langjährigen Werten.

Der Oktober bringt zunächst sonniges und mildes Herbstwetter, bevor zur Monatsmitte starke Abkühlung und ein Wintereinbruch mit Neuschnee

1. Introduzione

Le campagne di bilancio di massa sul ghiacciaio di Malavalle in val Ridanna sono iniziate nell'anno idrologico 2001/02 e sono eseguite dal Comitato Glaciologico Italiano con il finanziamento e la collaborazione dell'Ufficio Idrografico della Provincia autonoma di Bolzano. Sulla adiacente Vedretta Pendente le misure sono state avviate nell'estate 1996, dapprima come bilancio annuale e poi, dall'anno idrologico 1998/99 anche come bilancio invernale ed estivo. Il bilancio di massa è riferito all'anno idrologico, che, in ambiente alpino, inizia convenzionalmente il 1 ottobre e termina il 30 settembre dell'anno successivo.

In entrambi i casi il metodo di studio utilizzato è quello glaciologico diretto, che si basa sulla misura delle variazioni di spessore di un ghiacciaio in corrispondenza delle cosiddette paline ablatometriche, aste infisse nel ghiaccio in posizioni rappresentative di un apparato glaciale. La misura viene effettuata valutando la sporgenza delle stesse rispetto al limite superiore del ghiaccio o del firn dell'anno precedente, tenendo conto, separatamente, anche dello spessore della neve stagionale.

Nel presente report sono riportati in dettaglio i risultati conseguiti sul ghiacciaio di Malavalle, dove, per l'anno idrologico 2009/10, si denota una perdita di massa pari a 197 mm di equivalente in acqua.

2. Analisi meteorologica

L'anno idrologico 2009/10 è stato caratterizzato da un inverno freddo e nella sua prima parte molto nevoso e da una forte ablazione estiva. Alla stazione meteorologica di Ridanna è stata registrata una temperatura media di 4,6°C, inferiore di quasi un grado rispetto al valore climatologico di 5,4°C. In termini di precipitazione l'anno ha fatto segnare una cumulata di 1253 mm ed è risultato più piovoso rispetto alla norma.

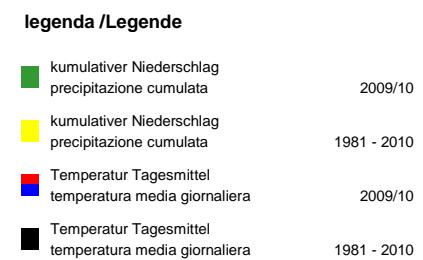


Figura 2. Andamento di temperatura e precipitazione cumulata alla stazione di Ridanna nell'anno idrologico 2009/10, confrontate con i valori climatologici.

Il mese di ottobre ha portato da principio clima mite e tempo soleggiato. A metà mese si è poi registrato un anticipo di inverno con forte abbassamento delle

im Gebirge folgt. Am Ende des Monats stellt sich wieder ein milder und trockener Wetterabschnitt ein. Anfang November sorgt eine Kaltfront für Schneefall und in der Folge sind die Temperaturen unterdurchschnittlich. Die zweite Monatsdekade verläuft ausgesprochen mild und trocken. Am letzten Novembertag stellt sich das Wetter völlig um: Extremer Südostwind bringt in nur zwei Tagen rund einen Meter Neuschnee! Mit diesem Ereignis wird das vorherrschende Niederschlagsdefizit nahezu vollständig ausgeglichen. Mit Ausnahme einer stabilen und kalten Wetterlage zur Monatsmitte, verläuft der Dezember sehr wechselhaft mit weiteren Schneefällen. Vor allem rund um Weihnachten fällt über ein halber Meter Neuschnee. Der Monat resultiert insgesamt deutlich zu kalt, der kälteste Tag ist der 20. Dezember mit einer Frühtemperatur von knapp -18° an der Station Ridnaun. Kälter als normalerweise verlaufen dann auch die Monate Jänner, Februar und März, wobei ergiebige Schneefälle ausbleiben. Die Niederschlagsmengen resultieren leicht unterdurchschnittlich. Im April setzt sich die trockene Witterung fort, sodass wieder ein beachtliches Niederschlagsdefizit zustande kommt. Zudem verläuft der Monat überdurchschnittlich warm. Im Mai stellt sich das Wetter grundlegend um: Es wird sehr unbeständig und ziemlich nass. Durch das häufig trübe Wetter resultiert der Mai etwas kälter als im Mittel. Auf dem Gletscher kommt immer wieder Neuschnee dazu, es fallen teils beträchtliche Mengen. Trotz massiver Schafskälte bilanziert der Juni insgesamt deutlich zu warm. Das Wetter präsentiert sich äußerst wechselhaft und es kommt häufig zu Niederschlägen. Allein vom 13. bis 21. Juni fallen insgesamt über 135 mm Regen, im Hochgebirge entsprechend viel Neuschnee. Im Juli wird die Wetterlage durch ein beständiges Azorenhoch mit viel Sonne, extremer Hitze und Trockenheit dominiert. Selbst in Ridnaun (1350 m) steigen die Temperaturen am 10. des Monats auf bis zu 30°. Am Gletscher äußert sich diese Witterung durch eine massive Ablation. Erst Ende des Monats wird es wechselhafter, nasser und kühler. August und September bringen dann eine deutliche Entspannung mit durchschnittlichen bzw. unterdurchschnittlichen Temperaturen und sehr feuchter Witterung.

3. Winterbilanz

Am 23. Mai 2010 erfolgte am Übeltalferner die Winterbegehung, um die Winterbilanz 2009-2010 zu erstellen. Die Schneehöhenverteilung wurde anhand von 71, gleichmäßig über den Gletscher verteilten, Sondierungen ermittelt. Diese Sondierungen wurden längs der Hauptfließrichtung des Gletschers durchgeführt. Im Mittel betrug die Schneehöhe 298 cm, wobei ein Minimum von 200 cm und ein Maximum von 420 cm vorgefunden wurden. Die Schneedecke war damit relativ hoch und gleichmäßig über die Gletscherfläche verteilt. In der folgenden Tabelle werden die Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der verschiedenen Gletscherbereiche angegeben.

temperature e nevicate in montagna. La fine del mese è stata nuovamente soleggiata e le temperature in rialzo. Ad inizio novembre un fronte freddo ha portato nuove nevicate e temperature al di sotto delle medie stagionali. La seconda decade del mese è stata asciutta e mite. L'ultimo giorno del mese ha poi segnato un netto cambiamento del tempo con Stau da sud molto intenso ed un metro di neve fresca in soli due giorni. Con questo evento viene annullato anche il deficit di precipitazione accumulato in precedenza. Eccezione fatta per una configurazione di clima freddo e stabile registrata a metà mese, dicembre è risultato molto variabile con ulteriori nevicate. Anzitutto nel periodo natalizio è caduto un ulteriore mezzo metro di neve. Il mese è risultato inoltre più freddo della norma, il giorno più freddo è stato il 20 dicembre con una minima di -18°C misurata alla stazione meteo di Ridanna. Più freddi rispetto alla media sono stati anche i mesi di gennaio, febbraio e marzo. In tale trimestre non si sono tuttavia registrate nevicate particolarmente copiose e le cumulate sono rimaste leggermente al di sotto della norma. Lo stesso dicono per aprile, decisamente mite ed asciutto, con conseguente inasprimento del deficit di precipitazione. A maggio le condizioni meteorologiche mutano nettamente e divengono molto variabili con clima umido e leggermente più fresco rispetto alla media. Sul ghiacciaio si registrano nevicate e quantitativi complessivamente considerevoli. Nonostante alcuni giorni di freddo intenso ad inizio mese, giugno risulta in generale più caldo rispetto al lungo periodo. Il tempo è molto variabile e si hanno frequenti precipitazioni. Tra il 13 ed il 21 giugno cadono 135 mm di precipitazione, in alta montagna sotto forma di neve. A luglio l'anticiclone delle Azzorre porta tempo stabile, caldo intenso e clima secco. Anche a Ridanna (1350 m) il giorno 10 la colonnina si mercurio supera i 30°. Sul ghiaccio l'ablazione raggiunge così il massimo stagionale. Solo a fine mese il tempo torna più variabile, con qualche pioggia e temperature in diminuzione. Agosto e settembre sono infine caratterizzati da temperature nella norma e clima decisamente umido, con contenuto scioglimento glaciale.

3. Bilancio invernale

Le misurazioni sul manto nevoso del Ghiacciaio di Malavalle per la determinazione del bilancio invernale 2009-2010 sono state effettuate il 23 maggio 2010. La valutazione della distribuzione areale del manto nevoso è stata possibile grazie a 71 sondaggi distribuiti in modo approssimativamente uniforme lungo il flusso principale del ghiacciaio. Il valore medio delle 71 determinazioni risulta di 298 cm, valore compreso tra un minimo di 200 cm ed un massimo di 420 cm. Il manto nevoso è risultato relativamente abbondante, e con una distribuzione spaziale piuttosto omogenea. In particolare i valori massimi, minimi, e medi sui vari bacini sono riportati nella tabella seguente.

Einzugsgebiet Bacino	H max – min [m (ü.S / s.l.m.)]	HS max [cm]	HS min [cm]	HS mean [cm]
Alto / Oberes	3450-3040	325	280	299
Cima del Prete / Pfaff	3170-2860	320	245	292
Cima Libera / Freiger	3252-3000	420	250	328
Capro / Botzer	2875-2760	350	300	328
Centrale / Zentrales	2830-2600	300	200	268

Um die mittlere Dichte der Schneedecke zu bestimmen, wurden an zwei verschiedenen Stellen, auf 3000 m (S2 zentraler Bereich) und auf 3252 m (S1 Wilder Freiger), Schächte gegraben. Dabei wurden Werte von 380 kg/m³ bzw. 409 kg/m³ gemessen. Ein dritter Schacht wurde auf dem hangenden Ferner in einer Höhe von 2785 m gegraben, hier betrug die Dichte 430 kg/m³. Die am Sondierungspunkt S2 ermittelte Schneehöhe scheint im Vergleich zu den anderen Messungen als wenig repräsentativ, da die Schneeverteilung in diesem Bereich wahrscheinlich durch Windverfrachtungen beeinflusst wurde. Folglich weicht auch die hier ermittelte Dichte sehr von den normalerweise auf dieser Höhe gemessenen Werten ab. Unter Annahme, dass die Dichte auf dem Gletscher gewöhnlich sehr wenig variiert (in diesem Fall auf einem Höhenunterschied von 470 m zwischen beiden Sondierungspunkten um maximal 5 %), wurde beschlossen die Dichte am Punkt S2 zu verwerfen und diesen Wert über eine Interpolation zwischen den Sondierungspunkten S1 und S3 zu ermitteln, natürlich unter Berücksichtigung der bekannten Extremwerte.

Per la determinazione della densità media del manto nevoso sono state scavate due trincee a quote diverse, rispettivamente a 3000 m (S2 bacino centrale) e 3252 m (S1 bacino di C. Libera) ottenendo densità di 380 e 409 kg/m³. Un'altra trincea è stata scavata sulla Vedretta Pendente a quota 2785 m; qui è risultata una densità di 430 kg/m³. La misura di spessore del manto nevoso ottenuta sul punto di sondaggio S2 appare poco omogenea con gli altri sondaggi, probabilmente perché la distribuzione della neve della zona è stata influenzata da erosione eolica; di conseguenza anche il valore della densità, si presenta molto deviato dai valori normalmente osservati a tale quota. Considerato che la variazione della densità che di solito si registra su questo ghiacciaio non è molto forte (in questo caso su 470 m di dislivello tra i due punti di misura estremi il valore di densità varia del 5%), si è ritenuto di scartare il valore di densità ottenuto per la trincea S2 e di considerare la variabilità altimetrica di tale parametro interpolando i valori misurati in S1 ed S3, comunque vincolando la densità stessa ad oscillare entro i limiti dei valori estremi osservati.

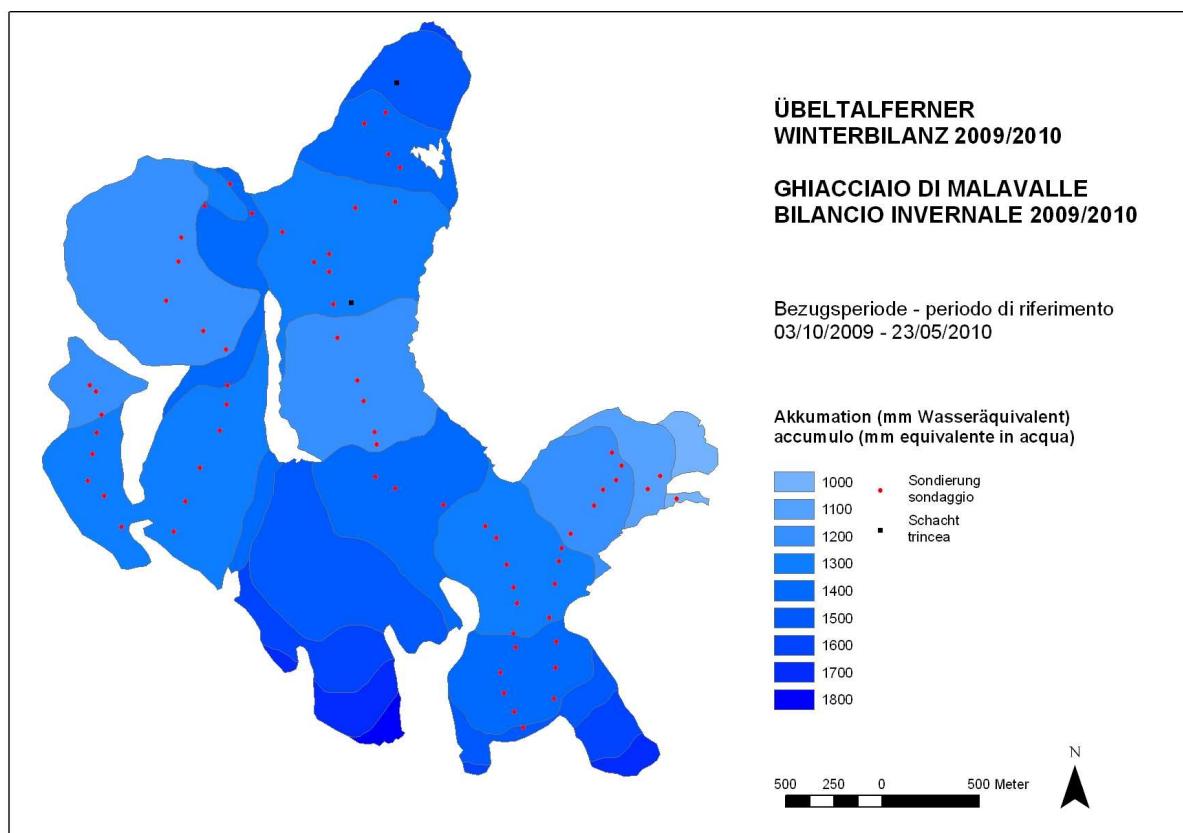


Abbildung 3. Übeltalferner - räumliche Verteilung der Schneakkumulation im Winter 2009/10.

Die spezifische Winterakkumulation von 1334 kg/m³, ergibt sich aus der Multiplikation der an den Messpunkten vorherrschenden Schneehöhe und -dichte und wird ausgehend von den

Figura 3. Ghiacciaio di Malavalle - distribuzione spaziale dell'accumulo nivale nell'inverno 2009/10.

L'accumulo invernale specifico, risultante dalla spazializzazione su tutto il ghiacciaio del valore di equivalente relativo ai punti di sondaggio, calcolato moltiplicando lo spessore del manto nevoso per la

Sondierungspunkten äquivalent auf die gesamte Gletscherfläche von 6,16 km² übertragen. Nach Berechnung der spezifischen Winterbilanz wurde im zweiten Schritt eine winterliche Ablation von 155 kg/m³ angenommen, die bei der ersten Sommerbegehung am 10. August 2010 festgestellt wurde. Somit ergibt sich eine spezifische Winterbilanz von **+1179 kg/m³** oder ein Wasseräquivalent von 1179 mm, dessen Verteilung in Abbildung 3. dargestellt wird. Bei einer Gletscherfläche von 6,16 km², beträgt das akkumulierte Volumen auf dem Übeltalferner 7265000 m³ wasseräquivalent.

4. Sommerbilanz

Die hohen Temperaturen im Juli haben sich sehr stark auf die Schneedeckung in den unteren Gletscherbereichen ausgewirkt. Bei der Begehung am 10. und 11. August 2010 wurde auf den nach Norden ausgerichteten Gletscherflächen oberhalb von 2800/2900 m eine einheitliche Schneedecke vorgefunden, während sich der Schnee an allen anderen Expositionen bis auf 3000 m zurückgezogen hatte. Die Ablation hatte mit Ausnahme der untersten Gletscherbereiche jedoch erst vor wenigen Tagen eingesetzt. Die Schneehöhe betrug oberhalb von 2800/2900 m an den meisten Sondierungspunkten weniger als einen Meter. Höhere Werte wurden nur an den Sondierungspunkten 9, 16, 22, 23 und 24 vorgefunden, wo normalerweise auch die größten Schneehöhen vorherrschen. Die Gletscherzungue war hingegen vollständig ausgeapert. Bei der zweiten Sommerbegehung am 11. September 2010 wurde eine sehr zerklüftete und sich stark zurückziehende Gletscherzungue vorgefunden, während sich die obersten Gletscherbereiche aufgrund von Schneefällen zwischen Ende August und Anfang September unter einer fast winterlichen Schneedecke befanden. Die Gleichgewichtslinie befand sich auf 2950/3050 m, nur unweit höher als ein Monat vorher. Der Massenverlust hatte sich im August also deutlich verringert. Hervorzuheben ist besonders die Ablation am Pegel 01 mit einem Verlust von 251 cm Eis, das Doppelte im Vergleich zum Pegel 02 (-127 cm), der nur 46 m höher liegt. Eine zweite Anomalie wurde am Pegel 25 mit einer negativen Bilanz von 754 g/m² vorgefunden, der sich auf 3140 m befindet. Dies ist wahrscheinlich auf seine Lage in einer weiten Mulde unterhalb des Wilden Pfaffs zurückzuführen, wo sich das Schmelzwasser sammelt. Signifikante Akkumulation gab es hingegen am Pegel 16 mit einem Schneezuwachs von 265 cm im Vergleich zum Vorjahr. Dabei handelt es sich um den höchsten Wert seit Beginn der Messungen im Jahr 2002. Am Pegel 24 wurde ein Schneeprofil erstellt, um den Aufbau der Schneedecke zu untersuchen und deren Dichte zu messen: Für den Winterschnee ergab sich ein Wert von 62 kg/m³ und für den Sommerschnee 49 kg/m³. Der Mittelwert beträgt 55 kg/m³.

Beachtlich war der Rückgang an der Gletscherzungue mit 49 Metern.

Die Sommerbilanz liefert einen Nettoverlust von 8482000 m³ Wasseräquivalent, dies entspricht einer Wassersäule von -1376 mm verteilt über den gesamten Gletscher.

densità della neve alla quota di misura, è risultato pari a 1334 kg/m², distribuiti su di un'area di 6,16 km². Ai fini del calcolo del bilancio invernale specifico, a tale valore è stata sottratta un'ablazione invernale specifica pari a 155 kg/m³, valutata alle paline nel corso del primo sopralluogo estivo, effettuato il 10 agosto 2010. Risulta così un bilancio invernale specifico di **+1179 kg/m²** oppure mm di equivalente in acqua, la cui distribuzione spaziale è riportata in Figura 3. Considerata una superficie glaciale di 6,16 km², il volume di accumulo netto sul ghiacciaio di Malavalle è risultato pari a 7265000 m³ di equivalente in acqua.

4. Bilancio estivo

L'alta temperatura del mese di luglio ha avuto una notevole influenza sulla fusione della neve soprattutto sui settori inferiori del ghiacciaio, per cui al sopralluogo dei giorni 10 e 11 agosto 2010 la neve dell'annata era ancora distribuita in modo uniforme sopra i 2800/2900 m sui bacini settentrionali, mentre sui bacini con altre esposizioni la neve si era ritirata sopra i 3000 m. Esclusa la zona più bassa del ghiacciaio, l'ablazione del ghiaccio era comunque cominciata solo da qualche giorno. Lo spessore della neve stagionale era inferiore al metro presso la maggior parte delle paline poste sopra 2800/2900 m. Eccezione era rappresentata dalle paline che si trovano in zone dove generalmente si verificano i maggiori accumuli (paline 9, 16, 22, 23, 24). La zona frontale risultava infine completamente scoperta. Al sopralluogo per la chiusura del bilancio estivo avvenuto l'11/9/2010 la fronte risultava molto frastagliata e in fase di deciso arretramento, mentre il ghiacciaio si presentava in una veste quasi invernale, a causa di alcune nevicate in quota tra fine agosto e i primi di settembre. Quindi il limite inferiore della neve dell'annata si trovava a 2950/3050 m, quote solo poco più elevate rispetto a quelle riscontrate il mese precedente. La perdita di massa del ghiacciaio si è quindi sensibilmente ridotta nella seconda parte dell'estate. Da sottolineare un'ablazione annuale alla palina 01 ancora una volta anomala. La perdita di 251 cm di ghiaccio ivi misurata risulta infatti circa doppia rispetto a quella della palina 02 (-127 cm) posta a una quota superiore di soli 46 m rispetto alla prima. Altra anomalia è rappresentata dal bilancio fortemente negativo (-754 g/m²) registrato alla palina 25, ubicata ad una quota di 3140 m. Ciò è dovuto alla sua posizione, nella parte inferiore dell'ampia conca del bacino di Cima del Prete, dove spesso vengono convogliate le acque di fusione. Accumuli significativi si segnalano, invece, alle solite paline, in particolare alla palina 16, dove la neve è aumentata di 265 cm rispetto alla chiusura del bilancio dello scorso anno. Si tratta del valore più elevato dall'inizio delle osservazioni (2002). Presso la palina 24 è stata scavata una trincea per determinare la stratificazione e la densità della neve: sono risultati valori di 62 kg/m³ per la neve invernale e di 49 kg/m³ per quella estiva, con un valore medio di 55 kg/m³. Considerevole è stato il ritiro della fronte, valutato pari a 49 m.

Il bilancio estivo di -1376 mm di equivalente in acqua uniformemente distribuiti sul ghiacciaio evidenzia una perdita di un volume di 8482000 m³ di acqua.

5. Massenbilanz

Die Netto-Jahresbilanz des Übeltalferners im hydrologischen Jahr 2009/10 bezieht sich auf den Zeitraum vom 03.10.2009 bis 11.09.2010. Sie deckt sich mit der Winter und Sommerbilanz und beträgt unter Annahme einer mittleren Dichte von 900 kg/m³ - 1217000 m³ (1217 Millionen Liter) gleichbedeutend mit einer äquivalenten Wassersäule von **-197 mm** gleichmäßig über dem Gletscher verteilt (Abbildung 4).

5. Bilancio di massa

Il bilancio di massa annuale netto del Ghiacciaio di Malavalle per l'anno idrologico 2009/10 è riferito al periodo 03/10/2009 - 11/09/2010. Esso coincide con la somma di bilancio invernale ed estivo e nella fattispecie, considerata una densità del ghiaccio di 900 kg/m³, è pari a -1217000 m³, (1217 milioni di litri), ossia a **-197 mm** di equivalente in acqua uniformemente distribuiti sulla superficie del ghiacciaio (*Figura 4*).

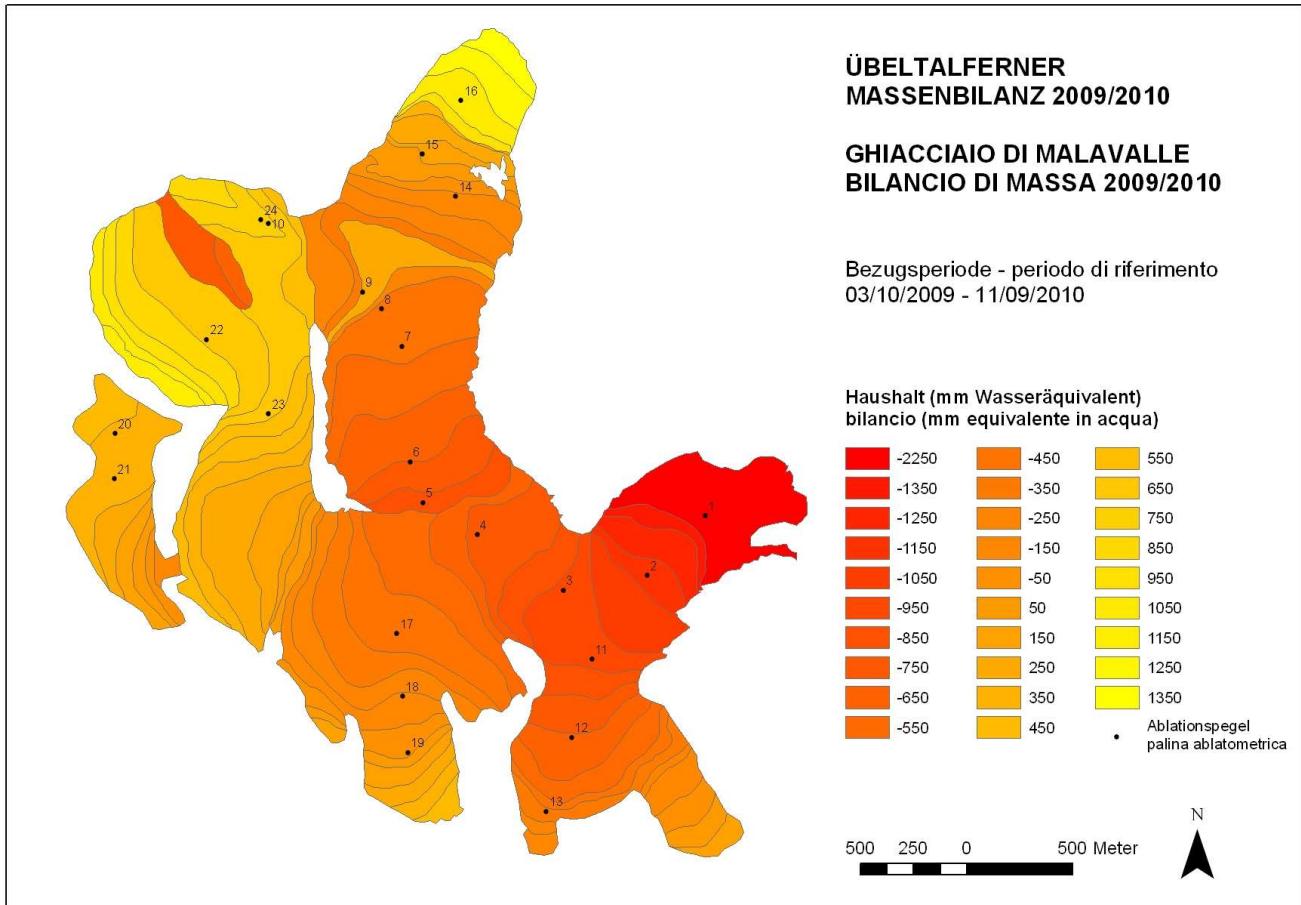


Abbildung 4. Übelalferner - räumliche Verteilung der Massenbilanz im Haushaltsjahr 2009/10. Die schwarzen Punkte markieren die Position der Ablationspegel

6. Analyse

Aus der Kurve mit der höhenabhängigen Verteilung der Nettobilanzen ergibt sich für die Höhe der Gleichgewichtslinie **ELA** (Equilibrium Line Altitude) **3032 m** und für das Verhältnis der Flächen zwischen Akkumulation und Ablation **AAR** (Accumulation Area Ratio) ein Wert von **42 %**. Auch wenn die Jahresbilanz diesmal nur wenig negativ ausfiel, sollte man bedenken, dass der Übelalferner in den letzten 9 Beobachtungsjahren durchschnittlich 8 Meter an Eisdicke verloren hat, am meisten im Bereich der Gletscherzunge mit 20 Metern.

6. Analisi

Dalla curva di distribuzione altimetrica del bilancio netto, risulta il valore della quota della Linea di Equilibrio **ELA** (Equilibrium Line Altitude) pari a **3032 m** ed un valore del rapporto tra superfici di accumulo ed ablazione **AAR** (Accumulation Area Ratio) del **42%**.

Nonostante questa sia stata un'annata con un bilancio poco negativo, si evidenzia come il ghiacciaio di Malavalle, in 9 anni di osservazioni, abbia perso uno spessore di ghiaccio uniformemente distribuito pari a circa 8 m, con punte di circa 20 m nella zona frontale.

Figura 4. Ghiacciaio di Malavalle – distribuzione spaziale del bilancio di massa nell’anno idrologico 2009/10. I punti in nero rappresentano le posizioni delle paline ablatometriche.

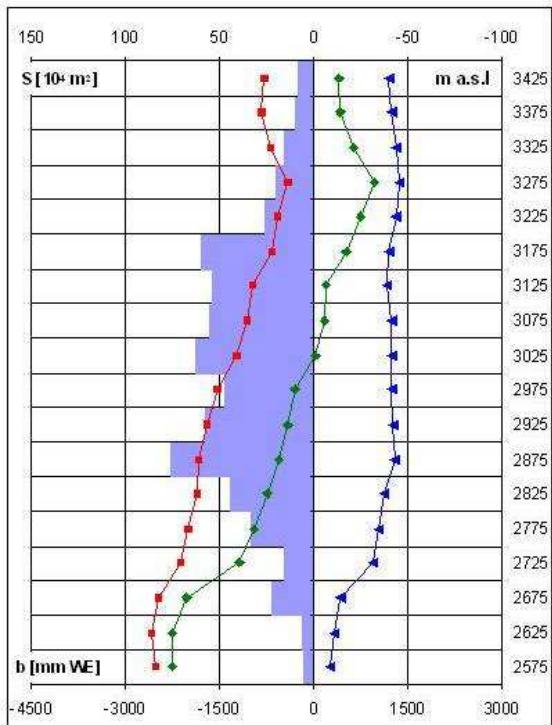


Abbildung 5. Übeltalferner – Höhenverteilung der Jahres- (grün), Winter- (blau) und Sommerbilanz (rot) im Haushaltsjahr 2009/10. Die blauen Balken zeigen die Verteilung der Gletscherflächen nach Höhenstufen. In der Tabelle stehen die dazugehörigen Zahlenwerte.

7. Abflüsse

Aufgrund der Messungen an der hydrologischen Station am Bodenbach bei der Grohmannhütte konnten Abflussanalysen durchgeführt werden. Durch die Station wird ein Gebiet von 15.4 km^2 entwässert, mehr als 50% davon sind vergletschert. Sowohl die Abflüsse des Übeltalferners als auch jene des Hangenden Ferners werden von der Messstelle erfasst, die mit Mitteln aus dem EU Projekt FORALPS Anfang August 2005 errichtet wurde. Im Jahr 2010 wurde sie am 9. Juni aktiviert und funktionierte bis zum 29. Oktober. Die Analysen der Abflussmessung ermöglichen einen Vergleich mit den Ergebnissen aus den glaziologischen Messungen.

Die gemessenen Abflussspenden betragen im entsprechenden Zeitraum durchschnittlich 200 l/s/km^2 , mit monatlichen Maximalwerten von 324 l/s/km^2 im Juli und einem höchsten Tageswert von 572 l/s/km^2 am 15. August 2010. Dieses Maximum ergab sich nach einem Wetterabschnitt mit intensivem Regen. Bei sonnigen Verhältnissen wurden maximale tägliche Abflüsse von 450 l/s/km^2 ermittelt. Dieser Wert entspricht einer Abschmelzrate von 7 cm Eis pro Tag. Der Abfluss wird maßgeblich vom Temperaturverlauf gesteuert. 2010 wurden im Juli und Ende August auch im Hochgebirge sehr hohe Temperaturen gemessen. In diesen Tagen registrierte die Station am Wilder Freiger (3399 m ü. M.) mittlere Tagestemperaturen von $+7,0^\circ\text{C}$.

height [m.a.s.l.]	surface [m ²]	B [m ³ we]*10 ³	b [mm we]
3425	80000	33	412
3375	100000	42	422
3325	154000	99	644
3275	197000	191	965
3225	253000	190	749
3175	597000	315	524
3125	538000	107	199
3075	548000	100	182
3025	630000	14	22
2975	473000	-139	-293
2925	575000	-234	-406
2875	764000	-419	-547
2825	437000	-320	-730
2775	333000	-319	-958
2725	152000	-179	-1176
2675	222000	-451	-2030
2625	63000	-141	-2248
2575	48000	-110	-2252
	6164000	-1217	-197

Figura 5. Ghiacciaio di Malavalle – analisi della distribuzione altimetrica del bilancio annuale (verde), invernale (blu) ed estivo (rosso) nell’anno idrologico 2009/10. L’istogramma blu rappresenta la distribuzione verticale della superficie glaciale. In tabella sono riportati i relativi valori numerici.

7. Deflussi

L’analisi dei deflussi è stata possibile in virtù dei dati raccolti alla stazione idrometrica sul rio Piana presso il rifugio Vedretta Piana. Tale stazione drena un bacino di 15.4 km^2 , coperto da superfici glaciali per più del 50%. In particolare essa drena sia i deflussi del ghiacciaio di Malavalle sia quelli della Vedretta Pendente. La stazione è stata installata grazie al progetto europeo FORALPS ad inizio agosto 2005. Nell’anno 2010 è stata attivata il giorno 9 giugno ed ha funzionato fino al 29 ottobre. L’analisi delle portate misurate ha consentito di validare in termini qualitativi la campagna glaciologica.

Le portate specifiche misurate in tutto il periodo sono state mediamente pari a 200 l/s/km^2 , con valori massimi medio mensile di 324 l/s/km^2 nel mese di luglio e medio giornaliero di 572 l/s/km^2 il 15 agosto 2010. Quest’ultimo ha fatto seguito ad un periodo con intense precipitazioni. In caso di bel tempo si sono raggiunti valori di portata specifica media giornaliera fino a 450 l/s/km^2 . A tale portata corrisponde un tasso di scioglimento di poco inferiore ai 7 cm di ghiaccio/giorno.

Determinante per la produzione dei deflussi glaciali è anzitutto l’andamento delle temperature che nel 2010 hanno raggiunto valori massimi anche in quota nella seconda decade di luglio e nell’ultima di agosto. In questi giorni alla stazione meteorologica su Cima Libera (3399 m s.l.m.) si sono misurati valori termici medi giornalieri di oltre $+7,0^\circ\text{C}$.

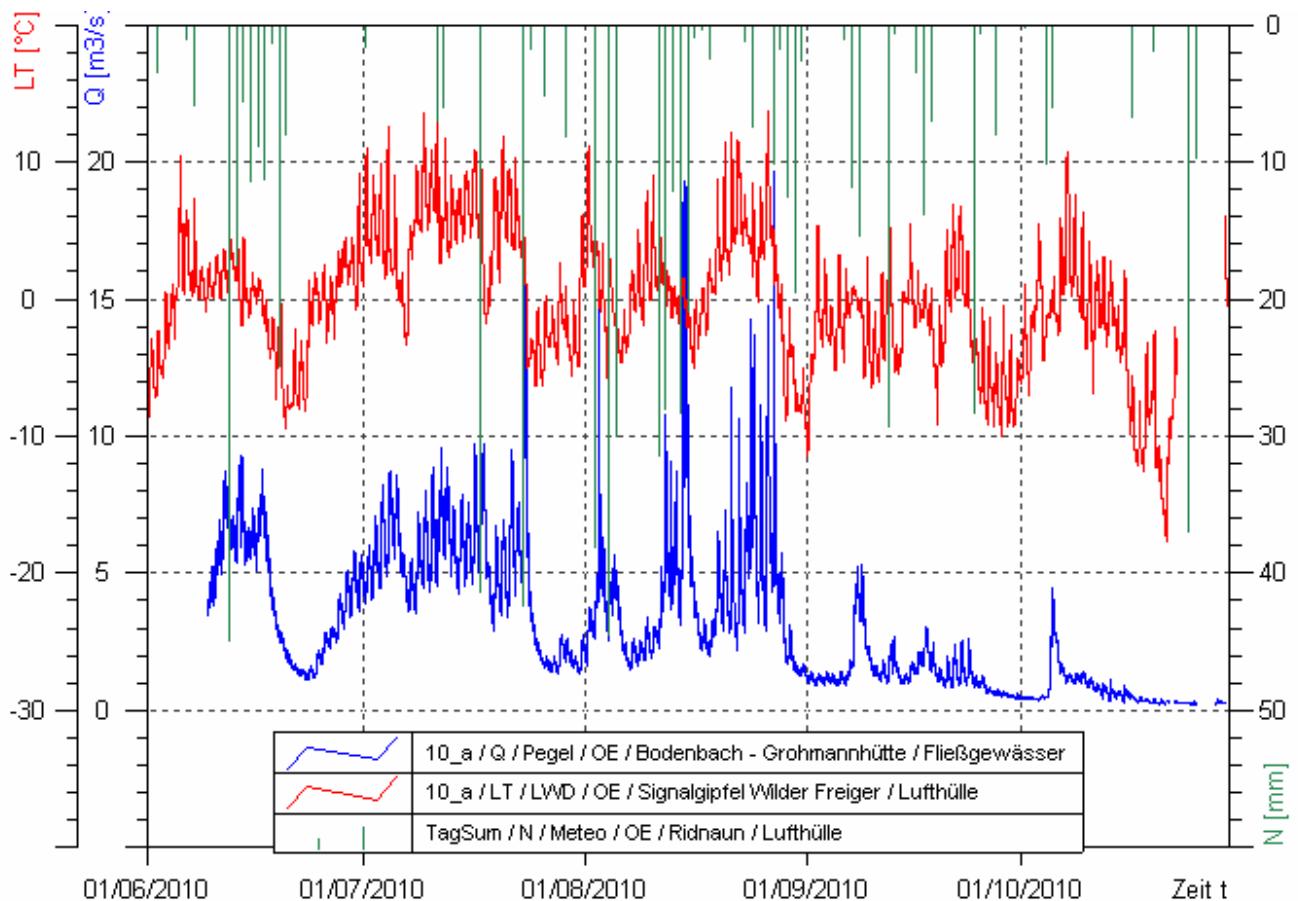


Abbildung 6. Mittlere tägliche Abflüsse gemessen an der Pegelstation am Bodenbach bei der Grohmannhütte im Zeitraum Juni-Oktober 2010 (blaue Linie) im Vergleich mit den Niederschlägen, die an der Station Ridnaun gemessen wurden (grünes Histogramm), sowie die mittleren täglichen Temperaturen am Wilden Freiger. (rote Linie).

8. Klimatologische Betrachtungen

In den Abbildungen 7. und 8. werden die Bilanzen des hydrologischen Jahres 2009/10 mit jenen des Beobachtungszeitraums verglichen. Bei einer Serie von 9 Massenbilanzen ergibt sich am Übeltalferner ein Mittelwert von -849 kg/m^2 mit einer Standardabweichung von 473 kg/m^2 .

Die am 23. Mai 2010 erhobene Winterakkumulation von 1179 kg/m^2 ist die zweitniedrigste der Jahre 2002 bis 2010, nach dem absoluten Minimum von 728 kg/m^2 im Jahr 2007. Trotz der spärlichen Akkumulation, führte die absolut geringste sommerliche Ablation der gesamten Beobachtungsserie zu einer insgesamt nur gering negativen Jahresbilanz.

Betrachten wir den Verlauf der zwei Zeitreihen in den Abbildungen, so stellen wir fest, dass die Massenbilanz des hangenden Ferners systematisch negativer ausfällt als jene des Übeltalferners. Nur in diesem Jahr sind sich beide ziemlich ähnlich. Dieser Umstand kann mit der geringeren Höhe der Gletscherfläche und der südlichen Exposition des Hangenden Ferners erklärt werden, was sich nachteilig auswirkt.

Die Massenbilanzen der beiden Gletscher (Übeltalferner und Hangender Ferner) korrelieren sehr gut, sowohl was die Jahresbilanzen, als auch die Sommer- und Winterbilanzen betrifft.

Figura 6. Deflussi misurati alla stazione idrometrica rio Piana presso il rifugio Vedretta Piana nel periodo giugno-ottobre 2010 (linea blu) confrontati con le piogge cumulate registrate a Ridanna (istogramma verde) e le temperature medie giornaliere misurate alla stazione di Cima Libera (linea rossa).

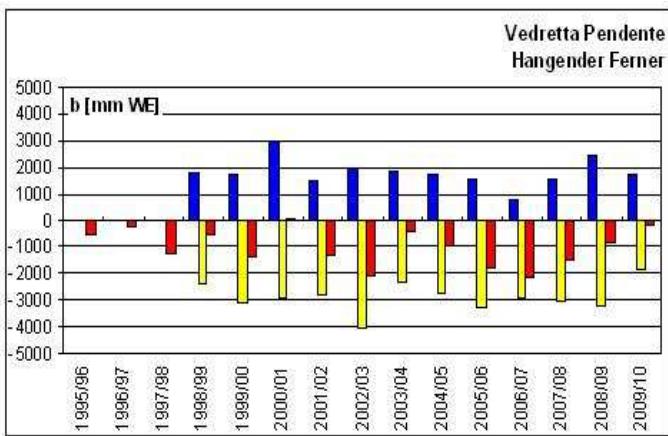
8. Considerazioni climatologiche

Nelle Figure 7. e 8. i valori di bilancio relativi alla stagione 2009/10 sono confrontati con quelli del periodo di osservazione. Su di una serie di 9 bilanci di massa il valore di bilancio medio, per il ghiacciaio di Malavalle, risulta essere pari a -849 kg/m^2 , con una deviazione standard di 473 kg/m^2 .

L'accumulo invernale rilevato il 23 maggio 2010 di soli 1179 kg/m^2 , è stato il secondo più basso dei 9 anni di misure dal 2002 al 2010, dopo il minimo assoluto di 728 kg/m^2 del 2007. Nonostante un accumulo piuttosto scarso, il bilancio estivo meno negativo di sempre ha fatto sì che anche il bilancio annuale sia risultato il meno negativo della serie di osservazioni.

Considerando l'andamento delle due serie storiche, possiamo notare come il bilancio di massa delle Vedretta Pendente si presenti sistematicamente più negativo di quello del ghiacciaio di Malavalle. Solo quest'anno i due sono molto vicini. Ciò si spiega con la minore elevazione delle aree glaciali e la esposizione meridionale prevalente, poco favorevole, del primo rispetto al secondo.

La correlazione tra i bilanci di massa dei due apparati, che si trovano localizzati in siti molto prossimi tra loro, risulta stretta sia in termini di bilanci annuali sia invernali ed estivi.



Abbildungen 7/8. Hangender Ferner (links) und Übeltalferner (rechts): Winterakkumulation, Sommerablation sowie Jahresbilanz in mm Wasseräquivalent (mm w.e.) beziehungsweise von 1995/96 bis 2009/10 und von 2001/02 bis 2009/10.

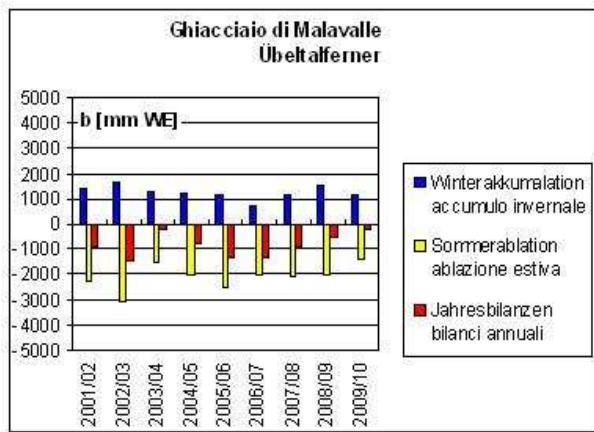
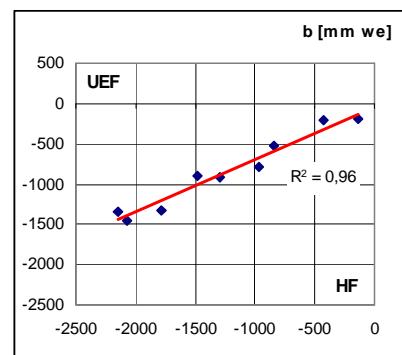
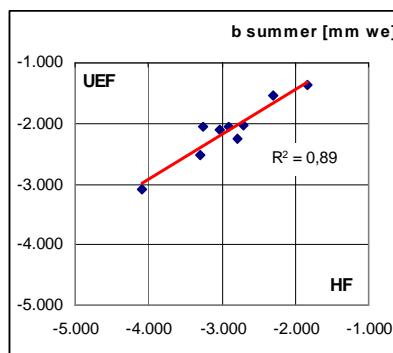
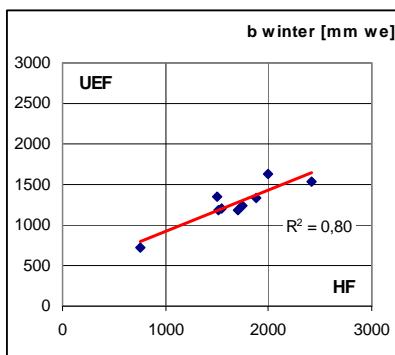


Figure 7/8. Vedretta Pendente (a sinistra) e Ghiacciaio di Malavalle (a destra) - evoluzione temporale di accumulo invernale, bilancio estivo e bilancio di massa (mm w.e.) rispettivamente dal 1995/96 al 2009/10 e dal 2001/02 al 2009/10.



Abbildungen 9/10/11. Übeltalferner (UEF) und Hangender Ferner (HF): Scatterplot von Winter-, Sommer- und Jahresbilanzen für die Periode 2001/02 bis 2009/10.

8. Eisdickenmessungen

Das Monitoring eines Gletschers erfolgt gewöhnlich auf verschiedenen Ebenen. Es gehört zur meteorologischen Praxis die Längen-, Oberflächen- und Volumensänderungen zu messen. Weniger häufig, da technisch sehr aufwendig, sind die Eisdickenmessungen, also die Bestimmung des gesamten Volumens eines Gletschers. Diese sind von großem Interesse, weil damit genau erhoben werden kann, wie viel Wasser in Form von Eis im Hochgebirge gebunden ist. Diese Informationen sind zur Planung der zukünftigen hydrologischen Ressourcen unter Berücksichtigung verschiedener Klimaszenarien wichtig. Die Eisdickenmessungen am Übeltalferner wurden am 8. und 9. Mai 2009 vom Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck (IMGI) im Auftrag des Hydrografischen Amts durchgeführt. Die Eisdicken wurden mit dem Narod-Radargerät (GPR, ground penetrating radar) des IMGI gemessen. Als Wellenlänge wurde 6,5 MHz verwendet. Insgesamt gab es 155 Punktmeßungen, auf vordefinierten senkrecht oder waagrecht verlaufenden Linien, um die räumlichen Unterschiede der Eisdicken so gut als möglich zu erfassen.

Figure 9/10/11. Scatterplot tra i valori di bilancio invernale, estivo ed annuale del ghiacciaio di Malavalle (UEF) e della Vedretta Pendente (HF) del periodo dal 2001/02 al 2009/10.

8. Misure di profondità

Il monitoraggio dei ghiacciai viene generalmente svolto a più livelli. In particolare è prassi glaciologica consolidata misurare le variazioni di lunghezza, di superficie e di volume degli apparati glaciali. Più onerose, anzitutto da un punto di vista della tecnologia impiegata, e per questo meno frequentemente disponibili, sono invece le misure dello spessore e quindi del volume complessivo di un ghiacciaio. Queste sono di notevole interesse in quanto consentono una stima accurata della quantità di acqua stoccati sotto forma di ghiaccio in alta montagna e di qui proiezioni riguardo la disponibilità futura delle risorse idriche in funzione degli scenari climatici previsti. Nei giorni 8 e 9 maggio 2009 un gruppo di tecnici dell'Istituto di Meteorologia e Geofisica dell'Università di Innsbruck (IMGI) ha svolto, su incarico dell'Ufficio idrografico della Provincia, una campagna di misura per la determinazione del volume del ghiacciaio di Malavalle. Gli spessori sono stati misurati con l'ecometro radar (GPR, ground penetrating radar) Narod dell'IMGI stesso. È stata usata una frequenza di 6,5 MHz. Complessivamente sono state realizzate 155 misure puntuali lungo una serie di profili trasversali e longitudinali predefiniti, in modo da cogliere al meglio la variabilità spaziale dello spessore del ghiacciaio.



Abbildung 12/13. Die Techniker des IMGI bei den Eisdickenmessungen (links) und die 155 durchgeführten Messpunkte auf dem Gletscher (rechts).

Der Übeltalferner ist ein Talgletscher, dessen Zunge Zufluss aus verschiedenen Firnbecken erhält. Der Gletscher ist in verschiedene Plateaus strukturiert, die durch das Kanalisieren des Eises durch Felsrippen entstanden sind. Die durch die Felsrippen bedingten Änderungen des Fließquerschnittes führen zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und damit zu einer verstärkten Erosion. Die Folge sind große Übertiefungen des Untergrunds, wo die höchsten Eisdicken gemessen wurden.

Die Hauptmasse des Eises fließt aus dem Becken zwischen Sonklarspitze und Wilder Pfaff über eine Stufe nach Osten, wird von der Felsrippe, die sich vom Becherhaus herunterzieht, nach Süden abgelenkt und gelangt zum Vogelhüttensee. Die sekundären Teilströme vom Wilden Freiger, vom Botzer Ferner und vom Königshof sind deutlich weniger mächtig. Vor allem unterhalb des Freigers ist das Eis dünn, in diesem Bereich muss man in den nächsten Jahren mit einer verstärkten Ausaperung von weiteren Felsinseln rechnen. Das Hohe Eis hat im Untergrund eine Beckenstruktur, die für die exponierte Lage zu recht ansehnlichen Eisdicken von etwa 80 m führt. Eine weitere deutliche Übertiefung befindet sich im Bereich der Zunge auf der orografisch linken Seite an der Stelle, wo in Zeiten höherer Gletscherstände der Seitengletscher zwischen Becherhaus und Roter Grat in den Hauptgletscher eingemündet ist.

Die maximal gemessene Eisdicke beträgt 214 m, die mittlere Eisdicke 68 m. Damit errechnet sich bei einer Fläche von 6,386 km² ein Eisvolumen von 0,434 km³, gleichbedeutend mit 0,391 km³ Wasseräquivalent. Diese Wassermenge ist mit dem Niederschlagsvolumen, das in 1,5 Jahren im Einzugsgebiet des Mareiterbachs (samt Ratschings- und Jaufental) fällt, vergleichbar.

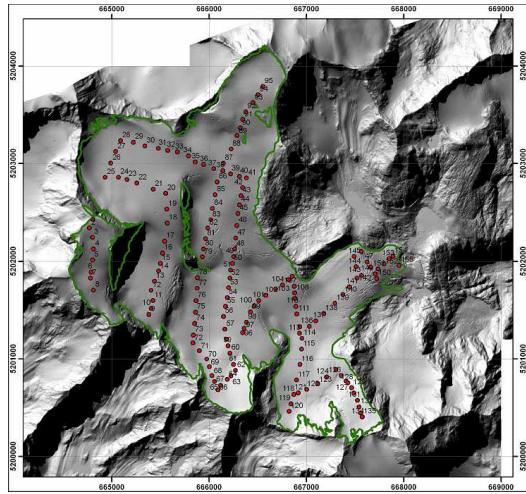


Figure 12/13. I tecnici del IMGI impegnati nelle operazioni di misura (a sinistra) e le 155 misure puntuali effettuate sul ghiacciaio (a destra).

Il ghiacciaio di Malavalle è un ghiacciaio vallivo, nella cui lingua confluiscono i contributi di diversi bacini di accumulo. La struttura di tale ghiacciaio, articolata in più plateau, trae origine dalla presenza di propaggini rocciose che costringono e canalizzano il flusso glaciale con conseguente aumento della velocità del flusso del ghiacciaio e quindi della sua capacità erosiva. Ne deriva la formazione di conche di notevole profondità a valle di esse, dove sono stati misurati gli spessori di ghiaccio maggiori.

Le misure di profondità evidenziano come il flusso glaciale principale, e quindi più importante in termini di spessore, scenda in direzione est a partire dalle cime di Malavalle e del Prete, venga deviato verso sud dallo sperone roccioso sul quale si erge il rifugio Bicchiere, per poi terminare nella lingua principale in corrispondenza del Vogelhüttensee. Flussi secondari, di spessore minore, sono quelli che si dipartono dal Capro, dal Monte Reale e da Cima Libera. Soprattutto in quest'ultimo bacino gli spessori di ghiaccio misurati risultano ridotti e nei prossimi anni è quindi verosimile una progressiva riduzione della superficie anzitutto di questa parte del ghiacciaio. La calotta della cima di Malavalle denota invece uno spessore considerevole (fino ad 80 m), anzitutto in considerazione della sua esposizione. Ulteriore zona caratterizzata da profondità notevoli è la orografica sinistra della fronte, ove confluiva nel flusso principale quello laterale che scendeva dalla Cresta Rossa e che oggi risulta estinto.

La profondità massima misurata è stata pari a 214 m, quella media di 68 m. Data una superficie, decurtata del bacino della Hochgewand, pari a 6,386 km², risulta un volume di ghiaccio di 0,434 km³ pari a 0,391 km³ di equivalente in acqua. A titolo di paragone si tratta di una quantità di acqua confrontabile con il volume di precipitazione che cade in un anno e mezzo su tutto il bacino del rio Ridanna, valli Racines e Giovo comprese.

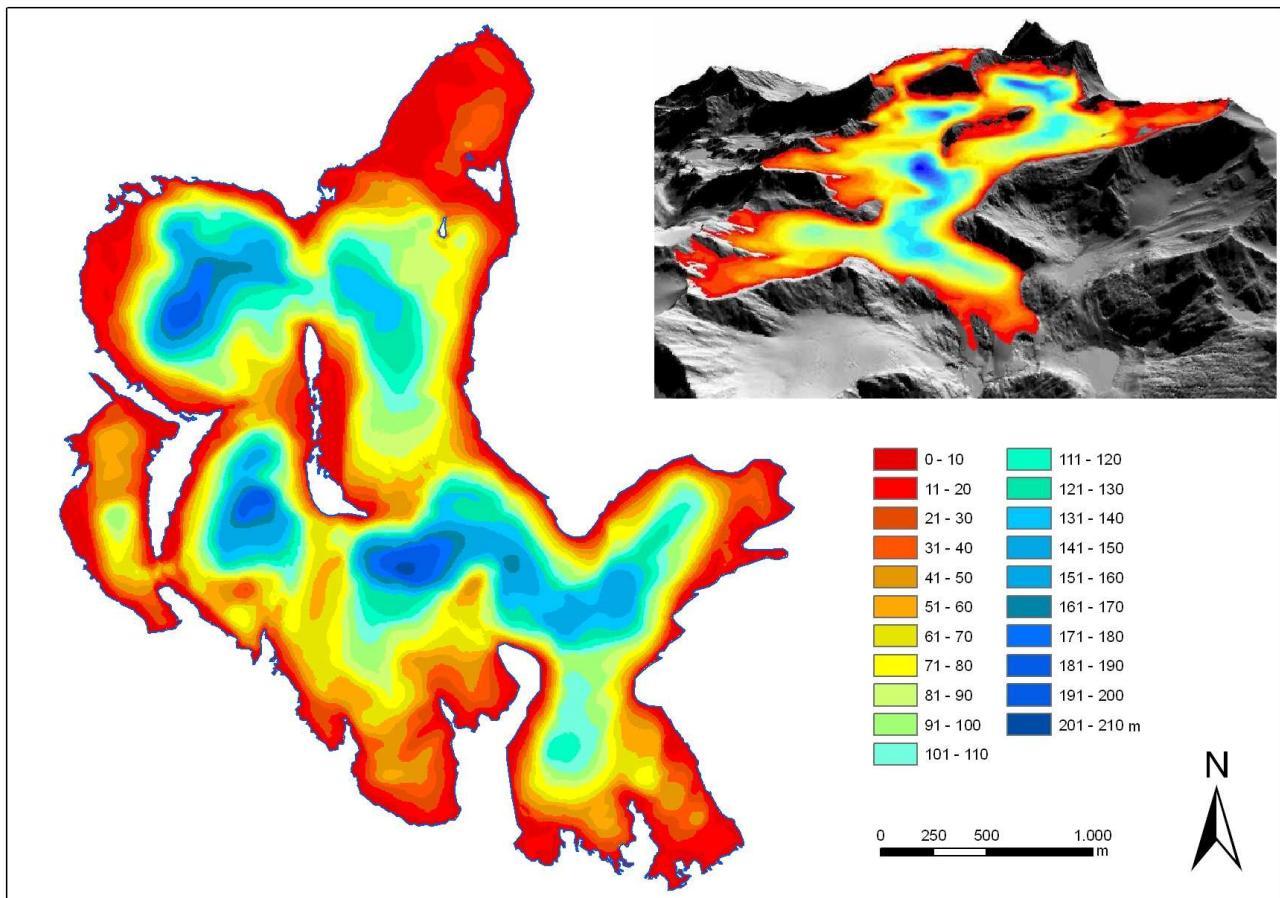


Abbildung 14. Karte der Gletschermächtigkeit (Stand Mai 2009).

Es stellt sich natürlich die Frage, wie lange der Gletscher noch existieren wird. Das hängt nicht nur von seiner Größe und Festigkeit ab, welche die Trägheit des Systems bestimmen, sondern auch von der Lage des zukünftigen Gleichgewichtsniveaus. Diese Linie trennt die Ablations- oder Schmelzone (im unteren Bereich) vom Akkumulationsgebiet (im oberen Bereich). Wenn das Gleichgewichtsniveau über den Gletscherbereich ansteigt, dann wird dieser vollständig abschmelzen. Die vom IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) ausgearbeiteten Klimaszenarien gehen bis 2100 von einem globalen Temperaturanstieg von 0,6 (bei gleich bleibenden Emissionen) bis 3,6°C (bei starker Zunahme der Emissionen) aus. Nimmt man einen Temperaturgradienten von 0,6°C/100 m an, so würde sich das Gleichgewichtsniveau entsprechend um 100 bis 400 m nach oben verschieben. Bei einem wahrscheinlichen Anstieg von 200 m würden die Gletscher im Ridnauntal zwar nicht vollständig abschmelzen, aber den Großteil ihrer Fläche einbüßen. Bei einem Anstieg von 400 m wären die Auswirkungen dramatischer: Nur 15% aller Südtiroler Gletscher blieben erhalten. Im Ridnauntal wäre in diesem Fall auch der Übeltaferner stark gefährdet, der sich auf alle Fälle bis zur Sonnklarspitze und zum Wilden Pfaff zurückziehen würde.

Figura 14. Carta delle profondità del ghiacciaio (situazione maggio 2009).

Sorge naturale la domanda circa una previsione di durata del ghiacciaio. Questa non dipende tuttavia solo dalle sue dimensioni e consistenza, che determinano piuttosto l'inerzia del sistema, ma anche dalla quota alla quale nel futuro si collocherà la cosiddetta linea di equilibrio. Questa rappresenta il limite tra zona di ablazione o scioglimento (alle quote inferiori) e zona di accumulo (alle quote superiori). Il surriscaldamento globale del clima comporterà inevitabilmente un innalzamento di tale quota. Ove questa venisse a trovarsi al di sopra del limite superiore del ghiacciaio lo stesso sarebbe destinato a scomparire.

Gli scenari climatologici elaborati dall'IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) vedono fino al 2100 un aumento delle temperature globali compreso tra 0,6 (emissioni stazionarie) e 3,6°C (vari scenari di incremento delle emissioni). Assunto un gradiente di temperatura pari a 0,6°C / 100 m in termini di linea di equilibrio questo implicherebbe un'innalzamento della stessa compreso tra 100 e 400 m. Per un aumento verosimile di almeno 200 m in Val Ridanna non avremmo la scomparsa dei ghiacciai ma "solo" una importante riduzione della loro superficie. Con un innalzamento della linea di equilibrio di 400 m lo scenario sarebbe ben più drammatico con conservazione solo del 15% dei ghiacciai altoatesini oggi esistenti. In Val Ridanna sarebbe a rischio anche quello di Malavalle che in ogni caso si ritirerebbe a ridosso delle Cime di Malavalle e del Prete.

Direttrice responsabile: dott.sa Michela Munari
Hanno collaborato a questo numero:

Roberto Dinale
Werner Verant
Andrea Di Lullo
Giancarlo Rossi¹
Gianluigi Franchi¹
Prof. Michael Kuhn²
Andrea Fischer²

¹Italienisches glaziologisches Komitee
²Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck
per proposte/info mailto: hydro@provincia.bz.it

Ufficio Idrografico di Bolzano
Servizio Prevenzione Valanghe - Servizio Meteorologico
Via Mendola 33, I-39100 Bolzano

Bollettino meteorologico e valanghe (Voice Mail e FAX)
0471/271177 – 270555 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 (titolo e edizione)**
Stampa: Tipografia provinciale

Verantwortliche Direktorin: Dr. Michela Munari
An dieser Ausgabe haben mitgewirkt:

Roberto Dinale
Werner Verant
Andrea Di Lullo
Giancarlo Rossi¹
Gianluigi Franchi¹
Prof. Michael Kuhn²
Andrea Fischer²

¹Comitato glaciologico italiano
²Istituto di Meteorologia e Geofisica della Università di Innsbruck
für Vorschläge/Info mailto: hydro@provinz.bz.it

Hydrographisches Amt Bozen
Lawinenwarndienst – Wetterdienst
Mendelstraße 33, I-39100 Bozen

Wetter- und Lawinenlagebericht (Voice Mail und FAX)
0471/271177 – 270555 www.provinz.bz.it/hydro

Druckschrift eingetragen mit Nr. 24/97 vom 17.12.1997 beim
Landesgericht Bozen.
**Auszugsweiser oder vollständiger Nachdruck mit
Quellenangabe (Herausgeber und Titel) gestattet**
Druck: Landesdruckerei