



Die Gletscher in Ridnaun, gestern - heute - morgen I ghiacciai della Val Ridanna, ieri - oggi - domani



Informationsbroschüre zur Ausstellung in der BergbauWelt Ridnaun Schneeberg
Opuscolo informativo della mostra presso il Mondo delle Miniere Ridanna Monteneve
2015



Die Gletscher in Ridnaun, gestern - heute - morgen I ghiacciai della Val Ridanna, ieri - oggi - domani

Ridnaun: Ein Tal und seine Gletscher

Ridnaun, inmitten der Stubai Alpen gelegen, ist nicht nur wegen seiner Naturschönheiten und wegen seines Bergbaus, der hier seit dem Mittelalter betrieben wurde, bekannt. Es wird auch von Gletschern umgeben, die zurzeit eine Fläche von 8,24 km² (Inventar 2006) bedecken.

Warum aber diese Ausstellung?

Um einen Überblick über die Interessen zu geben, denen diese Gletscher unterworfen sind – in den vergangenen Jahrhunderten genauso wie heute und morgen.



Ansicht von Süden des Übeltalferners und des Hangenden Ferners
Veduta d'insieme da sud del Ghiacciaio di Malavalle e della Vedretta Pendente



Der Übeltalferner im Jahr 2006
Il Ghiacciaio di Malavalle nel 2006



Der Hangende Ferner im Jahr 2006
La Vedretta Pendente nel 2006

Ob wissenschaftliches, touristisches oder ökonomisches Interesse: Die Gletscher sind ein wichtiger **Wasserspeicher** – grundlegend für die Landwirtschaft und für die Produktion von elektrischer Energie.

Ridnaun ist ein typisches alpines Tal in Südtirol, das sich von einer Meereshöhe von etwa 1.000 m über eine Länge von rund 20 km bis zur Sonklarspitze auf 3.471 m erstreckt. Das **U-Tal** wurde vor vielen tausend Jahren durch die Kraft der Gletscher geformt.

Den Talschluss bildet ein weites Becken mit vielen Abstufungen und verschiedentlich ausgeprägten Karen; in diesen herrschen unterschiedliche Bedingungen für die Eisbildung, die von der jeweiligen Exposition und Neigung abhängen. Der mächtigste dieser Kare

ist jener, der vom Verbindungsgrat zwischen Wildem Pfaff (3.453 m) und Sonklarspitze (3.471 m) begrenzt wird. Hier nimmt der Hauptstrom des **Übeltalferners** seinen Ausgang (aktuelle Fläche 6,5 km²), der bei seinem Fluss Richtung Osten, dann gegen Süden und wieder nach Osten die Gletschereinträge aus den Firnbecken des Wilden Freigers (3.419 m) und der Sonklarspitze/Schwarzwandspitze (3.354 m) aufnimmt, genauso wie die Einträge, die in nördliche Richtung von der Königshofspitze (3.132 m) und vom Botzer (3.251 m) abfließen.

Er endet am Fuße einer Felsstufe auf einer Höhe von 2.560 m und ist mittlerweile vom Eisfluss, der vom Becken des Hochgewänds (3.190 m) kommt, getrennt. Bis zu den 1930er Jahren überwand der Gletscher einen Felsabhang von über 300 m Höhe und fiel mit weitläufigen Eisbrüchen in die darunterliegende Mulde ab; dort hatte sich in der Kleinen Eiszeit (um 1850), als der Gletscher seine größte Ausdehnung erreichte, der Ebene Ferner gebildet.

Der zweite Gletscher im weiteren Sinne ist der **Hangende Ferner** (0,85 km²), der den südlichen Hang des Talschlusses von Ridnaun – zwischen Rotem Grat (3.096 m) und Westlichem Feuerstein (3.246 m) – bedeckt.

Weitere kleine Gletscher, die mittlerweile kurz vor ihrem Verschwinden sind, finden sich in einigen Karen im Egetental südlich des Beckens des Ebenen Ferners.



Das Bergwerksgebiet und der Talschluss von Ridnaun
La zona delle miniere e inizio testata della Val Ridanna

Val Ridanna: un'antica valle glaciale

La Val Ridanna, inserita nel gruppo delle Alpi Breonie, non solo è splendida per le sue bellezze naturalistiche e famosa per le sue miniere sfruttate fin dal Medioevo, ma è anche contornata da ghiacciai che attualmente occupano una superficie di 8,24 km² (catasto 2006).

Perché quindi questa mostra?

Per fare una sintesi degli interessi di cui questi ghiacciai sono stati oggetto negli ultimi secoli, oggi e... domani.

Interessi di carattere scientifico, turistico ed economico: i ghiacciai sono infatti un'importante **riserva d'acqua**, fondamentale per le colture e sfruttabile per la produzione di energia elettrica.

La Val Ridanna è una tipica valle alpina dell'Alto Adige, che da una quota di circa 1000 m si eleva, lungo una ventina di km, fino ai 3471 m della Cima di Malavalle. Ha un **profilo trasversale a U**, conseguenza del modellamento operato dai ghiacciai molte migliaia di anni fa.

La sua testata è costituita da un'ampia conca, divisa in molti ripiani a gradinata che formano circhi più o meno sviluppati, nei quali si realizzano condizioni diverse per la formazione del ghiaccio a seconda delle differenti esposizioni e inclinazioni. Il più possente di questi circhi è quello che viene delimitato dalla cresta che congiunge la Cima del Prete (3453 m) alla Cima di Malavalle (3471 m). Da qui si origina il flusso ghiacciato principale del **Ghiacciaio di Malavalle**, o più semplicemente il Malavalle (area attuale 6,5 km²), che lungo la sua discesa verso E, poi S e ancora E accoglie i contributi glaciali provenienti prima dai bacini di Cima Libera (3419 m) e di Cima di Malavalle-Croda Nera di Malavalle (3354 m), quindi da quelli con esposizione N che scendono dal Monte Reale (3132 m) e dal Capro (3251 m). E finisce alla base di un gradino roccioso a 2560 m, ormai staccato dal flusso glaciale

proveniente dal bacino della Parete Alta (3190 m). Fino agli anni Trenta del secolo scorso il ghiacciaio superava un salto roccioso di oltre 300 metri, precipitando con un'ampia seraccata sulla conca sottostante, nella quale, durante il periodo di massima espansione della Piccola Età Glaciale (PEG, attorno al 1850), si era formata la Vedretta Piana (*Ebener Ferner*).

Il secondo ghiacciaio per estensione (0,85 km²) è la **Vedretta Pendente**, o semplicemente il Pendente, che occupa il versante meridionale della testata della Val Ridanna, tra la Cresta Rossa (3096 m) e il Montarso di Ponente (3246 m). Altri piccoli ghiacciai, ormai in fase di estinzione, si trovano in alcuni circhi della Valle dell'Erpice, a S della Conca Piana.



Das Ridnauntal, vom Übeltalferner aus gesehen (1992)
La Val Ridanna vista dal Malavalle (1992)



Bildung und Entwicklung der Gletscher

Die Niederschläge in Form von **Schnee** haben eine durchschnittliche Dichte von $0,1 \text{ kg/dm}^3$. Die Umwandlung der Kristalle, das Gewicht von neuerlichen Schneefällen sowie die Frost-Tau-Zyklen verursachen den fortschreitenden Rückgang der Porosität der Schneedecke, die sich in der Folge verdichtet. Im Hochgebirge, sofern es die klimatischen und topografischen Bedingungen zulassen, können am Ende des Sommers noch Schneereste liegenbleiben (Firn, mit einer Dichte von $0,5/0,6 \text{ kg/dm}^3$). Wenn dies mehrere Jahre in Folge eintritt, schichten sich die folgenden Ablagerungen auf und es entsteht **Eis** (Dichte $0,9 \text{ kg/dm}^3$).



Firnschichten in einer Spalte im Becken des Wilden Freigers
Strati di nevato visibili in un crepaccio sul bacino di Cima Libera



Hangender Ferner und Übeltalferner (um 1930)
Vedretta Pendente e Ghiacciaio di Malavalle (circa 1930)



Rundhöcker und Moränenband am Übeltalferner
Rocce "montonate" e cordone morenico presso il Malavalle



Oberflächenmoränen auf dem Hauptstrom des Übeltalferners
Morene superficiali sul flusso principale del Malavalle

Das Gletschereis wird durch die Schwerkraft und aufgrund der Neigung des Felsuntergrundes in Bewegung versetzt und fließt Richtung Tal, wo es auf ein milderes Klima trifft und zu schmelzen beginnt. An seiner Oberfläche können sich Spalten, Gletschermühlen und manchmal auch Eisbrüche bilden. Man unterscheidet ein **Akkumulationsgebiet**, wo der Schnee auch am Ende des Sommers liegenbleibt, und ein **Ablationsgebiet**, wo der gesamte Winterschnee und auch ein Teil des Eises schmelzen. Die Grenze zwischen diesen beiden Gebieten wird als **Gleichgewichtslinie** bezeichnet, deren Höhe äußerst sensibel auf die klimatischen Bedingungen reagiert.

Bei seiner Bewegung führt der Gletscher auf dem Talgrund und an den Talflanken eine Erosionstätigkeit aus; zudem befördert er Felsblöcke und Geröll mit sich: die **Moränen**. Wird im Laufe der Jah-

re ein Temperaturanstieg sowie ein Rückgang der Niederschläge in Form von Schnee verzeichnet, wie es zurzeit der Fall ist, zieht sich der Gletscher zurück und lagert das mitgeführte Material ab, was zu einer Bildung von Seen führen kann. Anhand der Moränenbänder kann die Ausdehnung, die der Gletscher in der Vergangenheit erreicht hat, rekonstruiert werden.

Die Analyse von antarktischen Eiskernen zeigt uns, dass es in den vergangenen 800.000 Jahren zu großen klimatischen Schwankungen mit einer Dauer von je rund 100.000 Jahren gekommen ist, begleitet von **Eis- und Zwischeneiszeiten**. Mehrmals sind für Tausende von Jahren bis zu 2.000 m hohe Gletscherströme in die Alpentäler vorgestoßen, um sich dann wieder in Felsnischen zurückzuziehen oder ganz zu verschwinden. Nach der letzten Eiszeit, die vor 10.000 bis 15.000 Jahren abgeschlossen war, befinden wir uns derzeit in einer Zwischeneiszeit, in der sich einige kleine klimatische Schwankungen gezeigt haben, die einige Jahrhunderte gedauert und zu einer Fluktuation der Gletscher geführt haben.

Formazione ed evoluzione dei ghiacciai

La **precipitazione nevosa** ha mediamente una densità di $0,1 \text{ kg/dm}^3$. La trasformazione dei cristalli, il peso di altre nevicate, i cicli di gelo e rigelo producono nel tempo la progressiva riduzione della porosità del manto nevoso con conseguente aumento della sua densità. In alta montagna, se le condizioni climatiche e topografiche lo consentono, alla fine dell'estate può rimanere della neve residua (nevato o firn, densità $0,5/0,6 \text{ kg/dm}^3$). Quando ciò si verifica per più anni, i successivi depositi si stratificano, e si arriva alla formazione del **ghiaccio** (densità $0,9 \text{ kg/dm}^3$).

Mosso dalla forza di gravità e dalla pendenza del substrato roccioso, il ghiacciaio scorre verso valle, dove incontra un clima più mite e tende a sciogliersi. Sulla sua superficie si possono formare crepacci, inghiottitoi e talvolta seracchi, e si comincia a distinguere una **zona di accumulo**, dove resta della neve invernale alla fine dell'estate, e una **zona di ablazione**, dove si scioglie tutta la neve e parte del ghiaccio. Il limite tra le due zone è definito **linea di equilibrio**, la cui quota è estremamente sensibile alle condizioni climatiche.

Nel suo movimento il ghiacciaio compie un'azione di erosione sul fondo e sui fianchi vallivi, e un'azione di trasporto di massi rocciosi e detriti: le **morene**. Se nel corso degli anni si verifica un aumento della temperatura e una diminuzione delle precipitazioni nevose, come nell'epoca attuale, il ghiacciaio si ritira depositando i materiali trasportati e favorendo la formazione di laghi. Dai cordoni morenici si possono ricostruire i limiti raggiunti dai ghiacciai in passato.

Le analisi dei carotaggi di ghiaccio antartico ci mostrano come negli ultimi 800.000 anni si siano succedute ampie oscillazioni climatiche con un periodo di circa 100.000 anni accompagnate da **fasi glaciali ed interglaciali**. Più volte per migliaia di anni fiumane di ghiaccio, fino a 2000 m di spessore, sono avanzate nelle vallate alpine, per poi ritirarsi nelle nicchie delle cime o scomparire del tutto.

Dopo l'ultima glaciazione, conclusasi 10/15.000 anni fa, siamo entrati nell'attuale fase interglaciale, in cui si sono comunque manifestate piccole oscillazioni climatiche, della durata di alcuni secoli, e conseguenti fluttuazioni dei ghiacciai.



Europa während der letzten Eiszeit vor rund 20.000 Jahren
L'Europa durante l'ultima glaciazione circa 20.000 anni fa

Historische Kartografie: Die alten Karten Tirols

Cartografia storica: le antiche carte del Tirolo

Kartografische Darstellungen des Gebietes von Tirol gibt es seit dem 16. Jh., bis zum 18. Jh. sind dort allerdings keine Gletscher verzeichnet. Vermutlich ist der Grund darin zu suchen, dass es sich um unerforschte Gebiete handelte, in die sich höchstens einzelne Jäger vorzustößen wagten. Zudem waren die Gletscher nach einer Warmzeit (Klimaoptimum) im Mittelalter von geringer Größe und auf das Hochgebirge beschränkt.

Dal XVI secolo si pubblicarono carte geografiche del territorio del Tirolo, ma fino a tutto il Settecento non si riportavano toponimi dei ghiacciai, probabilmente perché erano luoghi inospitali dove si avventurava solo qualche cacciatore e perché, dopo il periodo caldo (optimum climatico) medievale, erano limitati all'alta montagna e di dimensione ridotte.



1 Von den berühmtesten Karten sei vor allem jene der Grafschaft Tirol von W. LAZIUS (1561) im Maßstab von annähernd 1:1.000.000 genannt. Nach ihm veröffentlichte A. ORTELIUS den ersten Atlas im heutigen Sinn, das *Theatrum Orbis Terrarum* („Welttheater“, Antwerpen, 1570). Ein Teil davon ist die Karte von Tirol, als deren Grundlage die Karte von Lazius verwendet wurde. Das Ridnauntal ist hier als **Schneperg** verzeichnet.

2 In der Karte von W. YGL (Prag, 1605) im Maßstab 1:253.000 werden die Gletscher als **Der Groß Verner** mit der Präzisierung **Glacies continua et perpetua** bezeichnet. Ähnlich, aber detailreicher fällt die Karte von M. MERIAN (1649) im Maßstab 1:742.000 aus.

3 In der Karte *Tyrolis Comitatus* von J. BLAEU, die im *Atlas Major* (Amsterdam, 1662) enthalten ist, wird der Stubai Gletscher als **Ferner et Lacus Glaciatius** beschrieben; die Auswirkungen der Kleinen Eiszeit sind den damaligen Kartografen also nicht unbemerkt geblieben.

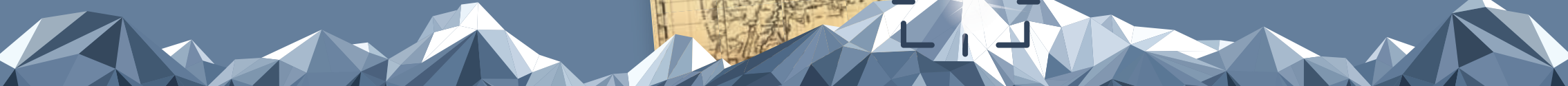
4 Der *Atlas Tyrolensis* ist eine der wichtigsten kartografischen Arbeiten des 18. Jahrhunderts, nicht nur aufgrund seiner präzisen Darstellungsweise, sondern auch wegen des großen Maßstabes (1:103.800). Die Karte von Tirol wurde von P. ANICH angefertigt, in der Folge von B. HUEBER vollendet – aufgrund ihrer bäuerlichen Herkunft beide auch als *Bauernkartografen* bezeichnet – und 1774 veröffentlicht. Sie besteht aus 20 Blättern mit einer Gesamtgröße von rund fünf Quadratmetern, mit einer Panoramakarte (Registerbogen, Maßstab 1:545.000) im Anhang. Im Vergleich zu den vorherigen Karten ist die Darstellung der Gletscher detaillierter. Recht gut ersichtlich ist dabei der untere Gletscherrand. Daraus lässt sich ableiten, dass der Gletscher – noch ohne Bezeichnung – den Großteil des Beckens des Ebenen Ferners überzog. Das bedeutet, dass er sich noch in seiner Ausdehnungsphase befand, die um 1850 abgeschlossen war.

1 Tra le carte più famose si ricorda innanzi tutto quella della Contea del Tirolo di W. LAZIUS (1561) in scala approssimativa 1:1.000.000. Dopo di lui A. ORTELIUS pubblicò il *Theatrum Orbis Terrarum* (“Teatro del mondo”, Anversa, 1570) considerato il primo Atlante mondiale. Di esso fa parte anche la Carta del Tirolo, per la quale si è avvalso della precedente carta del Lazius. Il territorio della Val Ridanna è indicato con **Schneperg**.

2 Nella Carta in scala 1:253.000 di W. YGL (Praga, 1605), gli apparati glaciali vengono identificati con il toponimo **Der Groß Verner** e con la precisazione **Glacies continua et perpetua**. Simile, ma con qualche maggiore dettaglio, la successiva carta in scala 1:742.000 di M. MERIAN (1649).

3 Nella carta *Tyrolis Comitatus* di J. BLAEU contenuta nell' *Atlas Major* (Amsterdam, 1662), lo Stubai viene descritto come **Ferner et Lacus Glaciatius**, a testimonianza che gli effetti della Piccola Età Glaciale risultavano già evidenti ai cartografi dell'epoca.

4 L' *Atlas Tyrolensis* è una delle opere cartografiche più importanti del Settecento per la buona precisione della rappresentazione e per la grande scala usata (1:103.800). La Carta del Tirolo fu realizzata da P. ANICH e successivamente terminata da B. HUEBER – detti anche *Bauernkartografen* perché di origine contadina – e pubblicata nel 1774. È composta da 20 fogli per una grandezza totale di circa cinque metri quadrati, con annessa una carta panoramica d'insieme (Registerbogen, in scala 1:545.000). La rappresentazione dei ghiacciai, rispetto alle carte precedenti, è più dettagliata, e se ne può apprezzare abbastanza bene anche il limite inferiore, da cui risulta che il ghiacciaio – senza ancora un nome – sembra occupare gran parte della Conca Piana. Questo significa che era ancora in fase di espansione, che si concluse negli anni attorno al 1850.



Historische glaziologische Studien: Das 19. Jh.

Gli studi storici del glacialismo nell'800

Zwischen dem 18. und dem 19. Jahrhundert bedeckte die Gletscherzunge des Übeltalferners das gesamte Becken des Ebenen Ferners: Dort hatten wiederholte Überschwemmungen, die das Ridnauntal unter Wasser setzten, ihren Ausgang. Interessant die anonym verfasste Beschreibung, die im *Bote von und für Tirol und Vorarlberg* am 18. und 25. August 1825 erschienen ist:

Tra i secoli XVIII e XIX la lingua del Malavalle occupava l'intera Conca detta Vedretta Piana ("Ebener Ferner"): da là provenivano inondazioni ricorrenti che colpivano la Val Ridanna. Interessante la descrizione anonima apparsa sul *Bote von und für Tirol und Vorarlberg* (Messaggero di e per il Tirolo e il Vorarlberg) del 18 e 22 agosto 1825:

„... Das Thal Ridnaun, drei Stunden westlich von Sterzing entlegen, ehemals wohl anmuthig, seit einigen Jahren aber durch mehrere Ueberschwemmungen sehr entstellt, liegt am Fuße, oder vielmehr bildet den Anfang eines Gletschers, welcher hier glattweg der Ferner heißt ... Bei der letzten großen Ueberschwemmung im Jahre 1821 (verließ) der Fernerbach seine Bahn, und (grub) sich über die schönsten Aecker und Wiesen eine neue ... Hier diese große Fläche, welche gerade vor unsern Augen liegt, war vor mehr als hundert Jahren eine herrliche Alpe, (...) nun immerwährend mit Eis und Schnee bedeckt ... Wenden wir uns westlich, so kommen wir in das Thal, die Egget genannt, von dem das Schicksal der armen Ridnauner abhängt. Hier bildet sich jährlich von Schnee-, Regen- und Ferner-Wasser von mehr als einer halben Stunde Länge und einer Viertelstunde Breite ein tiefer See, dessen Abfluß eine, einer hohen Mauer ähnliche, über das ganze Thal von vorne sich ziehende Eismasse versperrt. Glückliche, wenn diese Vormauer den zunehmenden Druck des Wassers aushält, und dieses von oben überfließt, (...) wie es die drei letztverflossenen Jahre geschehen ist. Unglücklich aber, wenn diese Eismauer nach gefülltem See von der Seite, oder wohl gar unterhalb bricht, mit Wuth und Toben Ridnaun überschwemmt ...“

“La Val Ridanna, che si estende per tre ore di cammino a nord ovest di Vipiteno, una volta era una valle probabilmente incantevole, ma da tempo è rovinata da continue inondazioni; si trova vicino a un ghiacciaio che qui viene chiamato semplicemente Ferner ... Durante l'ultima grande inondazione nell'anno 1821 il torrente lasciò il suo alveo per formarne uno nuovo tra i migliori prati e campi della valle ... Poco sopra (l'Accla) in una grande piana, c'era più di cent'anni fa un meraviglioso alpeggio che ora è coperto di ghiacci perpetui ... Se ci dirigiamo verso ovest arriviamo alla valle chiamata Egget, dalla quale dipende il destino degli abitanti di Ridanna. Qui ogni anno si forma un lago, lungo mezz'ora di cammino e largo un quarto d'ora, alimentato da neve fusa e acqua del ghiacciaio; il lago è sbarrato da un alto muro di ghiaccio. Sono fortunati i valligiani se questo muro riesce a tenere la pressione dell'acqua, cosicché questa defluisca dall'alto, come è successo negli ultimi tre anni; ma sono sfortunati se questo muro si rompe ai lati o sotto, liberando le acque con incredibile forza verso Ridanna.”

Die Erforschung der Gletscher von Ridnaun, insbesondere des Übeltalferners, nahm in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ihren Anfang. Diese **Studien** waren vorwiegend **beschreibend, topografisch und toponomastisch**. Berichte gibt es u. a. von L. BARTH – L. PFAUNDLER (1865), die eine Karte des Stubai Gletschers anfertigten. Derselbe L. PFAUNDLER (1871) beschrieb ihn detaillierter und fand heraus, dass er sich seit mehr als 15 Jahren zurückzog; zudem gab er dem Gipfel östlich der Scharte der Schwarzwandspitze ihren Namen (Hofmann, im Gedenken an ein Alpenvereinsmitglied, 1870 in Sedan gefallen). Später beschrieb E. RICHTER (1888) die Gletscherzunge des Übeltalferners und stellte sie im Maßstab 1:25.000 dar: Er hatte 1847 seine größte Ausdehnung erreicht, als er mit einer Dicke von mehr als 100 Metern das gesamte Becken des Ebenen Ferners bedeckte; auch noch im Jahr 1887 erstreckte er sich fast über das gesamte Becken, aber mit einer viel geringeren Eismächtigkeit.

In diesen Jahren wurden am Rande des Gletschers vier Schutzhütten errichtet: im Jahr 1887 die **Grohmannhütte** (2.254 m), 1889 die **Teplitzer Hütte** (2.586 m), 1891 die **Müllerhütte** (3.148 m); im Jahr 1894 wurde schließlich auf dem **Becher** (3.191 m) ein Schutzhaus zu Ehren von **Kaiserin Elisabeth** erbaut.

Gli **studi** sui ghiacciai della Val Ridanna, in particolare del Malavalle, iniziarono nella seconda metà dell'Ottocento; erano prevalentemente **descrittivi, topografici e toponomastici**. Ne parlarono tra gli altri L. BARTH – L. PFAUNDLER (1865), che produssero una carta dei ghiacciai dello Stubai; ancora L. PFAUNDLER (1871) lo descrisse più accuratamente e rilevò che si stava riducendo da oltre 15 anni; inoltre diede il nome alla cima a est della forcella della Croda Nera (Hofmann, in memoria di un socio dell'Alpenverein, caduto nel 1870 a Sedan). Più tardi E. RICHTER (1888), descrisse e rappresentò in scala 1:25.000 la lingua del Malavalle: aveva raggiunto nel 1847 la massima espansione occupando, con oltre 100 m di spessore, tutta la Conca ("Vedretta Piana"), e nel 1887 la occupava ancora quasi tutta, ma con uno spessore molto ridotto.

In quegli anni si costruirono accanto al ghiacciaio quattro rifugi: nel 1887 il **Grohmann** (quota 2254 m); nel 1889 il **Teplitz** (2586 m); nel 1891 il **Müller** (3148 m); infine nel 1894 fu edificato sul **Becher** (3191 m) il rifugio dedicato all'**imperatrice Elisabetta**.



Müllerhütte
Rifugio Cima Libera



Becherhaus
Rifugio Gino Biasi al Bicchiere



Teplitzerhütte
Rifugio Vedretta Pendente



Grohmannhütte
Rifugio Vedretta Piana

Karte in der Mitte / Carta al centro:
Alpenvereinskarte „Oetzthal & Stubai“, Maßstab 1:50.000 [1898]
Carta dell'Alpenverein „Oetzthal & Stubai“, scala 1:50.000 [1898]

Historische glaziologische Studien: Erste Hälfte des 20. Jh. - Studi del glacialismo nel primo '900

Im Jahr 1903 beobachtete E. RICHTER im Zuge des IX. Internationalen Geologischen Kongresses, dass die Gletscherzunge des Übeltalferners weniger als die Hälfte des Beckens bedeckte, jedoch stabil war.

1912 stellte M. LAGALLY fest, dass sich der Gletscher zur Gänze aus dem Becken zurückgezogen hatte. Im Jahr 1915 war der Rückzug zum Stillstand gekommen und die Gletscherstirn hatte deutlich an Dicke dazugewonnen. In den folgenden Jahren wies der Gletscher eine leicht positive Schwankung auf. Genaue Beobachtungen blieben bis in die 1920er Jahre aus.

Nel 1903, in occasione del IX Congresso Geologico Internazionale, E. RICHTER osservò che la lingua del Malavalle occupava meno di metà della Conca, ma era in una fase di stazionarietà.

M. LAGALLY nel 1912 constatò che il ghiacciaio nella Conca era praticamente scomparso e nel 1915 che il ritiro era cessato e la fronte si presentava ingrossata. In effetti negli anni successivi il ghiacciaio ebbe una piccola oscillazione positiva, ma non si ebbero più notizie precise fino agli anni Venti.



Östliches und zentrales Becken des Hangenden Ferners (1928)
Bacino Orientale e Centrale del Pendente (1928)



Die Erhebungen des Topografen
I rilievi del topografo



Die Gletscherfront des Übeltalferners im Jahr 1928
La fronte del Malavalle nel 1928



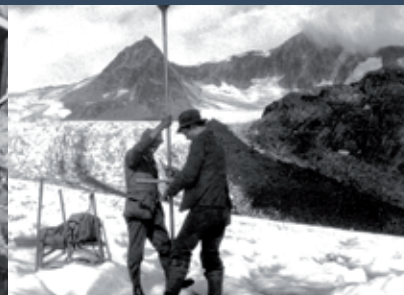
B. Castiglioni auf dem Gletscher
B. Castiglioni sul ghiacciaio



Installation eines Ablationsmessgeräts
Installato l'ablatografo



Pegelstation (1929)
Stazione idrometrica (1929)



Bohrung zur Installation eines Pegels
Perforazione per installazione palina



Pluviometer und Wetterhütte auf dem Becher
Pluviometro e capannina meteo al Bicchiere

Wesentlich weniger Aufmerksamkeit wurde dem Hangenden Ferner zuteil; aufgrund seiner geringeren Ausdehnung hielten ihn die Forscher für weniger interessant.

Um 1850, als er seine größte Ausdehnung erreichte, schob er seine Stirn Richtung Süden bis zum Rand der „*Uebeln Thäler*“ (2.400 m), die sich oberhalb des vom Übeltalferner bedeckten Beckens erstreckten. Daher hat er auch seine Bezeichnung als „Hangender Ferner“.

Nach einem ersten Besuch im Jahr 1926 bereite B. CASTIGLIONI, Professor am Institut für physische Geografie an der Universität Padua, 1928 ein **Programm für glaziologische und hydrologische Untersuchungen** auf dem Übeltalferner vor, mit dem Ziel, den Gletscher für die hydroelektrische Versorgung von Ridnaun nutzbar zu machen. Das Projekt wurde vom Hydrografischen Amt des Wassermagistrats Venedig gutgeheißen. Neben

den Schutzhütten wurden einige Wetterhütten errichtet, um Lufttemperatur und -feuchtigkeit sowie Gesamtniederschlagsmenge zu messen. Auf dem Gletscher wurden Ablationsmessungen durchgeführt, zudem wurden die Gletscherstirn, die Ränder und einige Gletschersektoren vermessen. Darüber hinaus wurde im Becken des Ebenen Ferners ein Schreibpegel installiert, um den Abfluss des Gletscherbaches zu messen. Es war ein aufwendiges und mühevolleres Unternehmen, sowohl im Hinblick auf den Materialaufwand und dessen Instandhaltung als auch in Bezug auf die Organisation und die Kontrolle der verschiedenen Einsatzorte. Fünf Jahre nahmen die Untersuchungen in Anspruch; Wissenschaftler, Techniker und auch viele Talbewohner, die für den Transport und verschiedene Arbeiten ihren Beitrag leisteten, waren daran beteiligt.

Un'attenzione molto minore fu dedicata al Pendente, perché ritenuto dagli studiosi meno interessante per le sue ridotte dimensioni. Nel periodo della massima espansione, intorno alla metà dell'Ottocento, spingeva la sua fronte verso sud a circa 2400 m di quota fin sull'orlo delle „*Vallacce*“ (*Uebel Thäler*) che sovrastavano la conca occupata dal Malavalle. Da qui il nome di "Pendente".

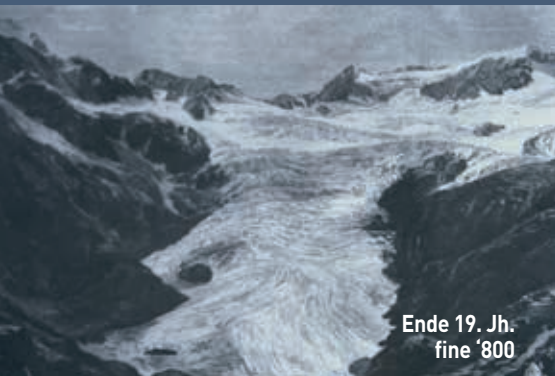
Dopo una prima visita nel 1926, B. CASTIGLIONI, professore all'Istituto di Geografia Fisica dell'Università di Padova, nel 1928 predispose un **programma di ricerche glaziologiche e idrologiche** sul Malavalle, con l'obiettivo che la Val Ridanna potesse divenire col tempo sede di un vasto sfruttamento idroelettrico. Il progetto ebbe l'approvazione dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque di Venezia. Vennero installati vicino ai rifugi alcune capannine meteorologiche

per le misure di temperatura e umidità dell'aria ed anche dei pluviometri totalizzatori; si effettuarono sul ghiacciaio misure di ablazione e misure topografiche per i rilievi della fronte, dei contorni e di alcuni settori del ghiacciaio. Inoltre venne posizionato nella Conca Piana un idrometrografo per le misure di deflusso del torrente glaciale. Fu un progetto impegnativo e oneroso, per la quantità dei materiali necessari e la loro manutenzione, per l'organizzazione e il controllo dei vari siti; durò cinque anni, e furono coinvolti professionisti, tecnici e molti abitanti della valle che contribuirono ai trasporti ed a varie attività operative.



Die Längenänderungen

Um die Position einer Gletscherstirn zu beurteilen, werden jährlich am Ende der Sommersaison die Entfernung sowie die Richtung zwischen einem oder mehreren Fixpunkten (große Felsblöcke oder Felsen mit eigens angebrachten Zeichen) und dem unteren Gletscherrand gemessen; hilfreich sind auch Fotografien, die von festgelegten Punkten aus angefertigt werden.



Ende 19. Jh.
fine '800



1929

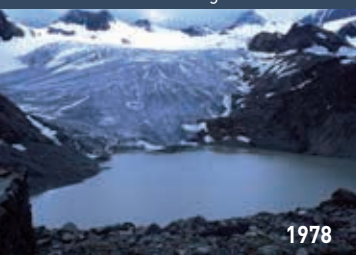


1992



2014

Der Übeltalferner vom Pfnurnsee aus gesehen ...
Il Malavalle visto dal Lago del Forno ...



1978



1991



2014

Gletschervorfeldsee und sekundäre Gletscherfront, vom Moränenbogen der Kleinen Eiszeit aus gesehen ...
Laghetto proglaciale e fronte secondaria visti dall'arco morenico della Piccola Etá Glaciale ...

In den Alpen, vor allem in Österreich, gehen die ersten Messungen der Gletscherstirn auf die Zeit um **1850** zurück. Damals erreichten die Gletscher ihre **größte Ausdehnung während der Kleinen Eiszeit**, die mit wechselnden Abschnitten bereits seit dem 15. Jahrhundert andauerte. In Südtirol liegen derzeit Beobachtungen von rund 40 Gletschern vor, die von Mitarbeitern des Italienischen Gletscherkomitees und des Glaziologischen Dienstes des „CAI Alto Adige“ ehrenamtlich durchgeführt werden. Ursprünglich wurden Maßband und Kompass verwendet, die später durch genauere Messinstrumente wie Theodolit, Entfernungsmesser und GPS ersetzt wurden.

Ab der Hälfte des 19. Jahrhunderts begannen die alpinen Gletscher, sich zurückzuziehen. Es gab zwar Phasen, in denen es zu einem Stillstand bzw. zu einem leichten Zuwachs kam, etwa zwischen 1890 und 1900, um 1920 sowie zwischen 1970 und 1980. Doch der **Rückgang in den letzten 30 Jahren ist unaufhaltsam**. Bis 1926 wurden die Längenänderungen am Übeltalferner und am Hangenden Ferner unregelmäßig beobachtet; von 1928 bis 1938 wurden diese Beobachtungen regelmäßig durchgeführt (B. CASTIGLIONI 1928 - 1932, V. CONCI 1933 - 1938) und

im Amtsblatt des Italienischen Gletscherkomitees veröffentlicht. Im Jahr 1958 wurde eine Erhebung durchgeführt, um das Italienische Gletscherinventar zu verfassen (1959 - 1962); dann wurden die Messungen der Gletscherstirnschwankungen erst unregelmäßig (1978/1984), ab 1987 jedes Jahr (G. FRANCHI) durchgeführt.

Seit seiner größten Ausdehnung während der Kleinen Eiszeit hat sich der Übeltalferner um mehr als 2.100 m zurückgezogen; das Niveau der Gletscherfront ist von 2.070 m auf derzeit 2.560 m angestiegen. Dementsprechend hat sich auch die Gletscherstirn des Hangenden Ferners um fast 950 m zurückgezogen, seine Quote ist von 2.400 m auf 2.625 m geklettert. Der Übeltalferner hat also in 165 Jahren einen Rückgang von jährlich zwölf Metern erfahren; der durchschnittliche Rückgang des Hangenden Ferners hingegen liegt bei rund sechs Metern pro Jahr. Diese Unterschiede werden vorwiegend von der Beschaffenheit der Becken, in denen die Gletscher liegen, bedingt. Nennenswert ist, dass sich der Übeltalferner im Jahr 2014 um 51 m zurückgezogen hat; der Grund dafür ist der Einsturz eines Hohlraumes im Bereich des Gletschertores.

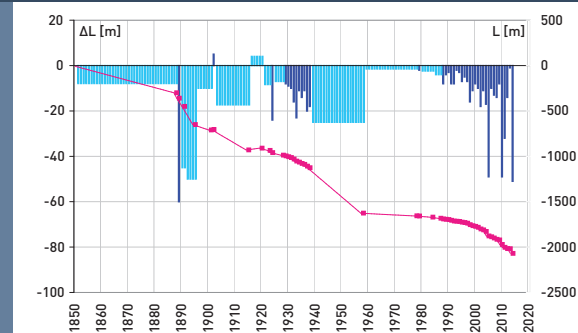
Le variazioni frontali

Per valutare la posizione della fronte di un ghiacciaio, a cadenza annuale alla fine della stagione estiva, si misura la distanza e la direzione tra uno o più punti fissi (grossi massi o rocce con segnali appositi) e il limite inferiore del ghiaccio; di valido supporto anche le fotografie, scattate da posizioni prefissate.

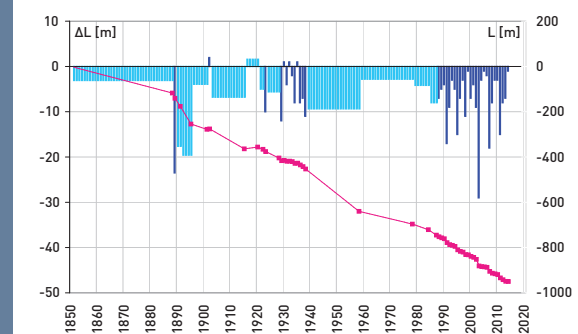
Nelle Alpi, in particolare in Austria, le prime misure frontali dei ghiacciai risalgono alla **metà dell'Ottocento**, nel periodo della loro **massima espansione durante la Piccola Etá Glaciale (PEG)**, che con fasi alterne continuava dal XV secolo. In Alto Adige sono attualmente disponibili osservazioni per circa 40 ghiacciai, effettuate su base volontaria dagli operatori del Comitato Glaciologico Italiano e del Servizio Glaciologico del CAI Alto Adige. Originariamente si usavano cordella metrica e bussola, poi sostituiti da strumenti più sofisticati come teodolite, telemetro e GPS.

I ghiacciai alpini subirono un generale ritiro a partire dalla metà del XIX secolo; si ebbero anche fasi di stazionarietà o di debole crescita, tra il 1890 e il 1900, attorno al 1920 e tra il 1970 e il 1980, ma il **ritiro negli ultimi trenta anni è stato inarrestabile**. Fino al 1926 le osservazioni delle variazioni frontali dei ghiacciai Malavalle e Pendente furono saltuarie; poi divennero continue dal 1928 fino al 1938 (B. CASTIGLIONI 1928-1932, V. CONCI 1933-1938) e venivano pubblicate sul Bollettino del CGI. Un rilievo venne effettuato nel 1958 per la compilazione del Catasto dei Ghiacciai Italiani (CGI, 1959-1962); poi le misure delle oscillazioni frontali ripresero prima saltuariamente (1978/1984), e dal 1987 regolarmente ogni anno (G. FRANCHI).

Dalla fase di massima espansione della PEG il Malavalle si è ritirato di oltre 2100 m lineari e la quota della fronte è passata da 2070 m agli attuali 2560 m. Analogamente la fronte del Pendente è arretrata di quasi 950 m e la sua quota frontale è salita da 2400 m a 2625 m. Quindi in 165 anni il Malavalle ha subito



Übeltalferner - Frontenänderungen von 1850 bis 2014
Malavalle - Variazioni frontali dal 1850 al 2014



Hangender Ferner - Frontenänderungen von 1850 bis 2014
Pendente - Variazioni frontali dal 1850 al 2014

■ Jährliche Längenänderung
■ Mehrjährige Längenänderung
■ Längenänderung gesamt

■ Variazione frontale annuale
■ Variazione frontale pluriannuale
■ Variazione frontale cumulata

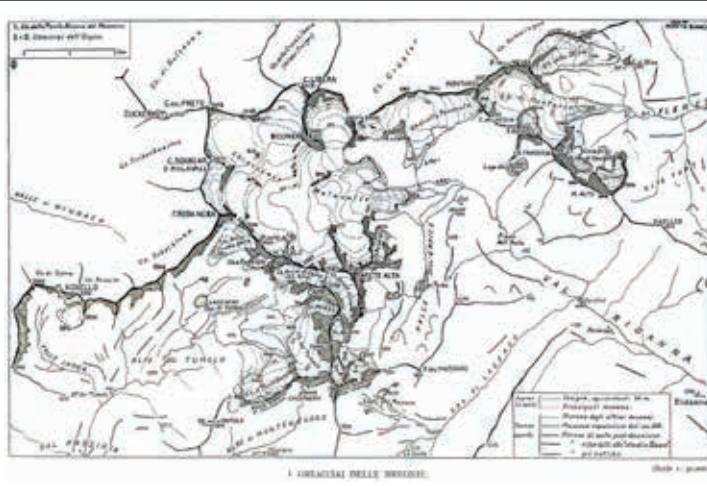
un arretramento medio di circa 12 m all'anno; mentre la media del Pendente è stata di circa -6 m. Tali differenze sono dovute, in gran parte, alle diverse conformazioni dei bacini che accolgono i ghiacciai. Da notare che nel 2014 il ritiro del Malavalle è stato di 51 m a causa del crollo della caverna d'uscita del torrente glaciale.

Die Flächenänderungen

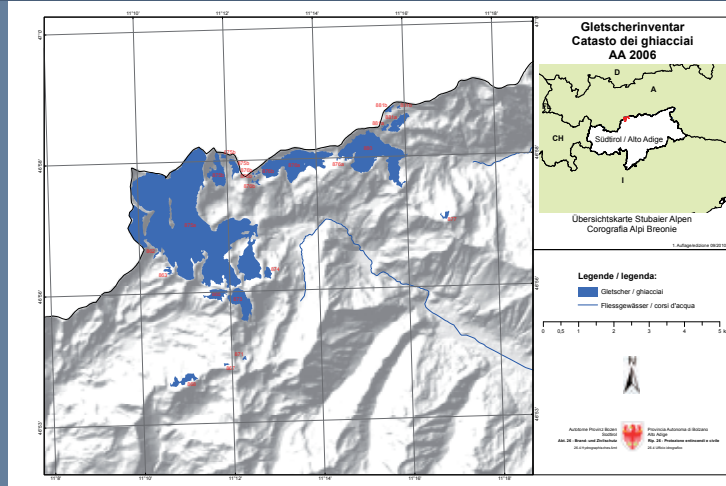
Das Gletscherinventar erhebt und katalogisiert die bestehenden Gletscher; das erste Inventar in Italien wurde 1925 von C. Porro mit dem Titel „Elenco dei ghiacciai italiani“ („Verzeichnis der italienischen Gletscher“) veröffentlicht. Die letzte Aktualisierung des Südtiroler Gletscherinventars geht auf das Jahr 2006 zurück; um es zu vervollständigen, wurde ein digitales Geländemodell, das mit Hilfe eines auf dem Luftweg mitgeführten Laserscanners erstellt wurde, sowie Luftaufnahmen herangezogen.

Le variazioni areali

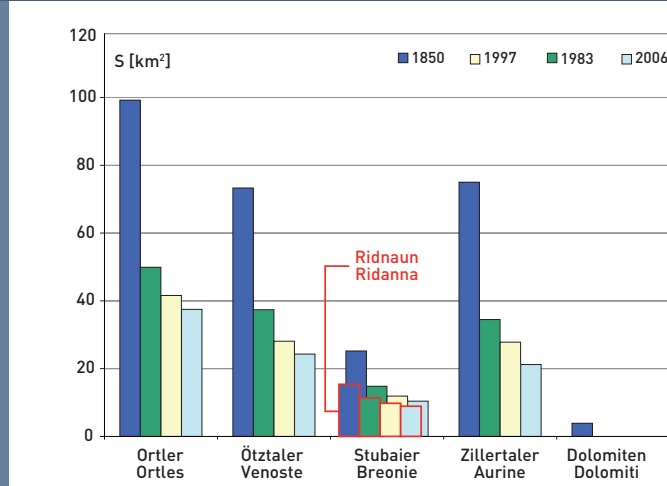
Il Catasto dei ghiacciai censisce e cataloga i ghiacciai esistenti; il primo in Italia fu quello pubblicato da C. Porro nel 1925: „Elenco dei ghiacciai italiani“. L'ultimo aggiornamento del catasto dei ghiacciai altoatesini risale al 2006, e per la sua compilazione sono stati di ausilio il modello digitale del terreno, eseguito tramite laserscanner aviotrasportato, e le immagini aerofotogrammetriche.



Karte der Gletscher der Stubaier Alpen im Jahr 1929, B. Castiglioni
Carta dei ghiacciai delle Breonie nel 1929, B. Castiglioni



Inventar der Südtiroler Gletscher 2006, Catasto dei ghiacciai altoatesini 2006, Blatt Stubaier Alpen foglio Alpi Breonie



Gletscherflächen in den Berggruppen Südtirols von 1850 bis 2006
Superficie glaciale nei gruppi montuosi dell'Alto Adige dal 1850 al 2006



Der Vergleich der Erhebungen von 2006 mit jenen aus den Jahren 1983 und 1997 bestätigte, dass sowohl ihre Oberfläche als auch ihr Volumen weiterhin stark zurückgegangen sind: **In weniger als 25 Jahren hat sich die Gletscheroberfläche in Südtirol um 31,6 Prozent verringert.** Im Vergleich zur größten Ausdehnung während der Kleinen Eiszeit, die unter Berücksichtigung der Moränenposition aus jener Zeit geschätzt wurde, hatten die Gletscher im Jahr 2006 einen Rückgang von rund zwei Dritteln zu verzeichnen.

Von Bedeutung ist auch die derzeitige Entwicklung der Höhenverteilung der Gletscherflächen, die im Jahr 1997 im Bereich zwischen 3.000 und 3.100 m ihr Maximum erreichten, während sich 2006 die größte Ausdehnung 100 m weiter oben befand. Der flächenmäßige Rückgang der Gletscher in Ridnaun betrug zwischen 1983 und 2006 23,7 Prozent, im Vergleich zur Kleinen Eiszeit 45,1 Prozent.

Nachfolgend die Ausdehnung des Übeltalferners und des Hangenden Ferners in den letzten 150 Jahren:
Übeltalferner, km²: 12,4 (Kleine Eiszeit, 1850); 10,7 (Richter, 1888); 10,3 (Castiglioni, 1929); 8,7 (Inventar, 1958); 9,4 (Inventar, 1983); 7,9 (Inventar, 1997); 7,3 (Inventar, 2006).
Hangender Ferner, km²: 2,6 (Kleine Eiszeit, 1850); 2,3 (Richter, 1888); 1,6 (Castiglioni, 1929); 1,3 (Inventar 1958); 1,4 (Inventar, 1983); 1,2 (Inventar, 1997); 1,0 (Inventar, 2006).

Dennoch bleibt der Übeltalferner mit einer derzeitigen Fläche von **6,5 km²** der größte Gletscher Südtirols. Seine jüngsten und bedeutendsten Veränderungen betreffen den Rückzug der Gletscherfront, die Trennung des kleinen Gletschers, der das Becken des Hochgewands bedeckt, vom restlichen Gletscher **(1)**, das Auftauchen von Felsfenstern im Becken des Wilden Freigers **(2)**, die Trennung des Stromes, der vom hohen Becken der Sonklarspitze kommt, vom restlichen Gletscher, verursacht vom Einsturz eines Gletscherbruches **(3)**. Der Hangende Ferner war generell einer homogenen Verkleinerung seiner Ränder unterworfen, mit einem stärkeren Verlauf im östlichen Becken Richtung Magdeburger Scharte **(4)**.

Il confronto dei rilievi del 2006 con quelli del 1983 e 1997 conferma il loro trend di forte perdita di superficie e di volume: **in poco meno di 25 anni, in Alto Adige la superficie glaciale si è ridotta del 31,6%.** Rispetto alla massima estensione della Piccola Età Glaciale, stimata valutando la posizione delle morene risalenti a tale epoca, nel 2006 i ghiacciai si erano ridotti di circa due terzi.

Significativa é anche l'evoluzione recente della distribuzione altimetrica delle aree glaciali, che nel 1997 registravano il loro massimo nella fascia compresa tra 3000 e 3100 m di quota, mentre nel 2006 la massima estensione si trovava 100 m più in alto.

La riduzione areale dei ghiacciai della Val Ridanna è stata del 23,7% tra il 1983 e il 2006, e del 45,1% rispetto al massimo della Piccola Età Glaciale.

Queste le estensioni di Malavalle e Pendente negli ultimi 150 anni:
Malavalle, km²: 12,4 (PEG, 1850); 10,7 (Richter, 1888); 10,3 (Castiglioni, 1929); 8,7 (Catasto, 1958); 9,4 (Catasto, 1983); 7,9 (Catasto, 1997); 7,3 (Catasto, 2006).
Pendente, km²: 2,6 (PEG, 1850); 2,3 (Richter, 1888); 1,6 (Castiglioni, 1929); 1,3 (Catasto 1958); 1,4 (Catasto, 1983); 1,2 (Catasto, 1997); 1,0 (Catasto, 2006).

Ciononostante il Malavalle rimane il più vasto ghiacciaio dell'Alto Adige con una superficie attuale di **6,5 km²**. Le sue modificazioni più recenti e significative riguardano il ritiro frontale, la separazione dal resto dell'apparato del piccolo ghiacciaio che occupa il bacino della Parete Alta **(1)**, l'emersione di finestre di roccia nel bacino di Cima Libera **(2)**, il distacco dal resto del ghiacciaio del flusso proveniente dal bacino alto di Cima di Malavalle, a causa del collasso della seraccata **(3)**.

La Vedretta Pendente ha visto un più omogeneo generale restringimento dei suoi contorni, con una dinamica più accentuata sul bacino orientale verso la Forcella del Montarso **(4)**.

Die Messung der Massenbilanz

Die Massenbilanz bringt die Reaktion eines Gletschers auf die klimatischen Bedingungen zum Ausdruck und lässt eine direkte Quantifizierung seines „Gesundheitszustandes“ (Stabilität, Zuwachs, Verlust) zu. Sie wird in Millimeter Wasseräquivalent (mm w.e.) angegeben und entspricht einer Schätzung des Zuwachses oder des Verlustes von Eis und Schnee auf der Gletscheroberfläche im Verlauf des hydrologischen Jahres, das üblicherweise vom 1. Oktober bis zum 30. September des folgenden Jahres geht.



Die maximale Akkumulation wird jährlich etwa Anfang Mai erreicht
Il massimo accumulo stagionale si raggiunge circa a inizio maggio



Schacht zur Erhebung der Dichte und der Schichtung des Schnees
Trincea per il rilievo della densità e della stratificazione della neve



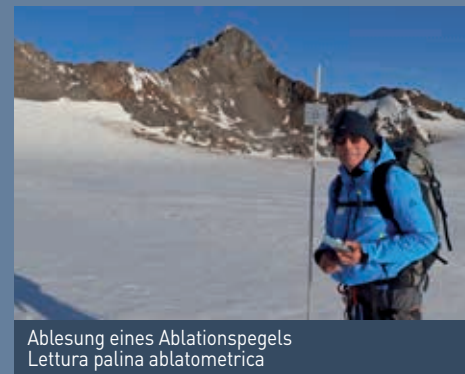
Sondierung zur Messung der Schneedeckenhöhe am Ende des Winters
Sondaggio per la misura dell'altezza del manto nevoso alla fine dell'inverno



Im Sommer schmelzen 2 bis 8 cm Eis am Tag
In estate si sciolgono da 2 a 8 cm di ghiaccio al giorno



Handbohrung für die Installation eines Pegels
Perforazione per l'installazione di una palina



Ablesung eines Ablationspegels
Lettura palina ablatometrica



Erhebung der Position der Ablationspegel mittels GPS
Rilievo GPS posizione paline ablatometriche

Der Massenzuwachs und der -verlust eines Gletschers sind saisonabhängig, weshalb man von einer **Winterbilanz**, einer **Sommerbilanz** und einer **Jahresbilanz** spricht. Die verbreitetste Methode zu deren Feststellung ist die **direkte glaziologische Methode**: Die Veränderungen der Eis- bzw. Schneedicke werden in einem Netz von ausgewählten Punkten mit so genannten **Ablationspegeln** gemessen; um diese aufzustellen, wird das Eis mit Hilfe von Hand- oder Dampfbohrern angebohrt.

Um die Winterbilanz zu ermitteln, wird in der Regel Anfang Mai – in der Jahreszeit, in der die Schneedecke und die Pegel zur Gänze oder teilweise eingeschneit sind – die Schneemenge, die sich auf dem Gletscher angehäuft hat, geschätzt, indem die Mächtigkeit der Schneedecke an mehreren Stellen mit eigenen **Sonden** gemessen wird. Dann wird in einigen auf unterschiedlicher Höhe ausgehobenen **Schächten** die Schneedicke berechnet. Im Durchschnitt schwankt

die Dichte zwischen 0,4 und 0,5 kg/dm³; demzufolge entspricht ein Kubikmeter Schnee knapp 500 Liter Wasser.

Im darauf folgenden Sommer können anhand der Länge der aus dem Schnee herausragenden Sonden die Zuwachsperioden bzw. die Ablationsperioden festgestellt werden.

Am Ende des hydrologischen Jahres werden die Gesamtveränderungen der Eisdicke und der Restschneemenge sowie, unter Berücksichtigung der jeweiligen Dichte, die Jahresbilanz (algebraische Summe der Winter- und der Sommerbilanz) berechnet. Diese Werte werden anschließend auf die gesamte Gletscheroberfläche hochgerechnet. Die regelmäßige **topografische Erhebung** der Pegelpositionen ermöglicht die Berechnung der Gletscherbewegung. Auf dem Hauptfluss des Übeltalferners betrug die **Oberflächengeschwindigkeit** in den vergangenen Jahren etwa 10 – 15 m pro Jahr.

Il guadagno e la perdita della massa glaciale hanno un carattere stagionale, per cui il **Bilancio** di Massa viene suddiviso in **Invernale**, **Estivo** ed **Annuale**. Il **metodo** più diffuso per determinarlo è quello **glaciologico diretto**: si misurano le variazioni dello spessore di ghiaccio e neve in una rete di punti rappresentativi in cui vengono installate delle **paline ablatometriche**, aste infisse nel ghiaccio opportunamente perforato per mezzo di trivelle meccaniche oppure a vapore.

Per determinare il Bilancio Invernale, generalmente ad inizio maggio, periodo in cui il manto nevoso è al massimo e le paline sono tutte o quasi sommerse, si stima la quantità di neve accumulatasi sul ghiacciaio misurandone lo spessore in un elevato numero di punti per mezzo di apposite **sonde**. Quindi si valuta la densità della neve in corrispondenza di

alcune **trincee** scavate a quote diverse. Mediamente la densità oscilla tra 0,4 e 0,5 kg/dm³; per cui un metro cubo di neve equivale a quasi 500 litri di acqua.

Durante l'estate, in momenti successivi, la misura della parte emergente delle paline consente di seguire le fasi di accumulo e fusione della neve e del ghiaccio.

Alla fine dell'anno idrologico, per ogni palina si valutano le variazioni totali dello spessore del ghiaccio e della neve residua e, considerate le rispettive densità, il relativo Bilancio di Massa Annuale (somma algebrica di Bilancio Invernale ed Estivo). Questi valori vengono poi calcolati in riferimento all'intera superficie glaciale.

Il **rilievo topografico** periodico della posizione delle paline consente di definirne il movimento. Sul flusso principale del Malavalle negli ultimi anni la **velocità superficiale** è di circa 10-15 m all'anno.



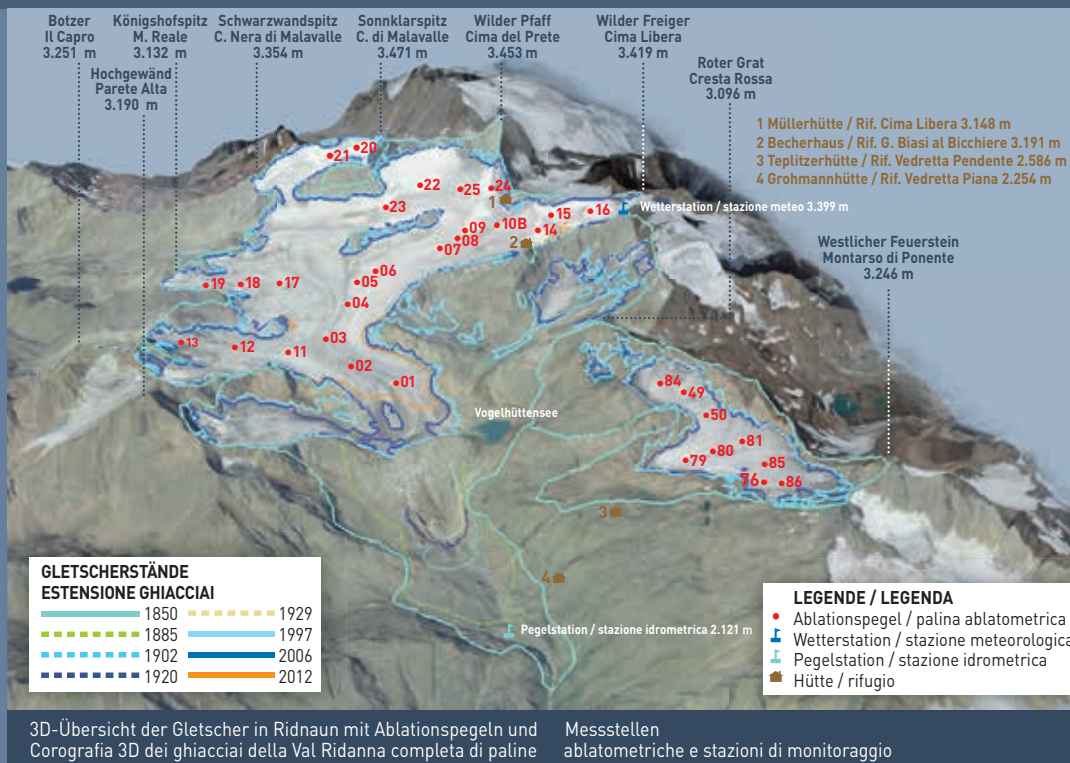
Ergebnisse der Massenbilanzstudien

Die Massenbilanz-Messungen am Hangenden Ferner wurden im Jahr 1996 von G. FRANCHI und G. ROSSI auf Initiative des Italienischen Gletscherkomitees initiiert, zuerst als Jahresbilanz, ab dem hydrologischen Jahr 1998/99 auch als Winter- bzw. Sommerbilanz. Ab 2001/02 wurden die Untersuchungen auf den Übeltalferner ausgedehnt. Seit 1999 werden die Messungen von der Autonomen Provinz Bozen finanziert.

Die **Datenreihen** aus den Winterbilanzen der vergangenen 13 Jahre zeigen auf dem Übeltalferner einen Mittelwert von +1.279 mm w.e., was einem Schneezuwachs von rund 3 m auf dem gesamten Gletscher entspricht. Die Sommerbilanz verzeichnet einen Mittelwert von -2.098 mm w.e. Folglich entspricht die mittlere **Jahresbilanz** -819 mm w.e. (knapp **-1 m Eis**). Der Vergleich der Bilanzen der beiden Gletscher zeigt einen ähnlichen Verlauf, doch die Zuwachs- und Schmelzwerte sind auf dem Hangenden Ferner grundsätzlich höher als auf dem Übeltalferner. Einerseits profitiert die Lage des Hangenden Ferners im Schutz des Alpenhauptkammes von den Staulagen sowohl von Norden als auch von Süden, andererseits begünstigen die Höhe des gesamten Gebiets unterhalb von 3.000 m und die südliche Ausrichtung einen starken Schmelzvorgang im Sommer. Der Wert seiner Jahresbilanz liegt in den vergangenen 19 Jahren bei durchschnittlich -1.022 mm w.e.

Offensichtlich haben die Massenbilanzen beider Gletscher eine negative Tendenz. Seit 1996 lagen die Bilanzen lediglich dreimal um 0 und folglich im Gleichgewicht, und zwar in den Jahren 1997, 2001 und 2014. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die Gleichgewichtslinie auf dem Übeltalferner in diesen Jahren durchschnittlich auf einer Höhe von 3.100 m lag; 1929 wurde sie auf 2.900 m geschätzt, im Jahr 1888 lag sie vermutlich auf 2.750 m.

Aus den aufsummierten Massenbilanzen ergibt sich, dass der Massenverlust des Übeltalferners in den vergangenen 13 Jahren auf dem gesamten Gletscher 10,6 m Wasseräquivalent betrug (rund -12 m Eis). Wenn wir aber die Pegel in niedrigeren Lagen berücksichtigen, erhalten wir schlechtere Ergebnisse: -26,6 m w.e. auf 2.710 m (P2); -20,6 m w.e. auf 2.812 m (P4); -18,1 m w.e. auf 2.987 m



(P7). In höheren Lagen haben hingegen einige Pegel positive aufsummierte Massenbilanzen ergeben: +2,3 m auf 3.030 m (P9); +7,1 m auf 3.158 m (P22); +5,6 m auf 3.240 m (P16). Durch die **Pegelbeobachtung** am Gletscherbach kann an einem warmen Sommertag eine mittlere Eisschmelzrate von etwa 5 cm pro Tag ermittelt werden.

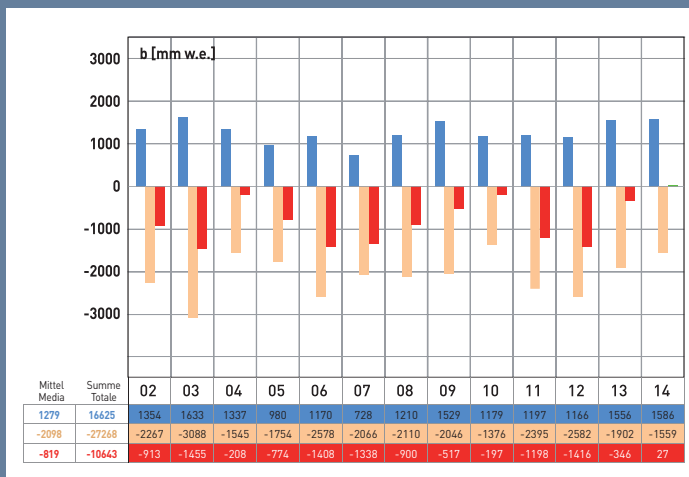
Risultati degli studi di Bilancio di Massa

Le misure di Bilancio di Massa sono state avviate da G. FRANCHI e G. ROSSI per iniziativa del C.G.I. sulla Vedretta Pendente nel 1996, prima come Bilancio Annuale, poi dall'anno idrologico 1998/99 anche come Bilancio Invernale ed Estivo. Dal 2001/02 la ricerca è stata estesa al Ghiacciaio di Malavalle. Dal 1999 queste attività sono finanziate dalla Provincia Autonoma di Bolzano.

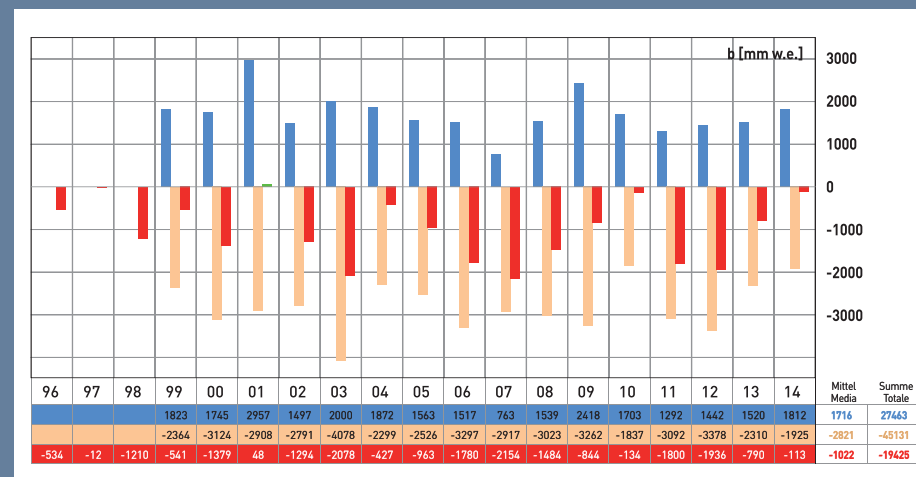
dei due ghiacciai mostra un andamento simile, ma i valori di accumulo e di fusione del Pendente sono sistematicamente superiori a quelli del Malavalle. Da un lato la collocazione del Pendente a ridosso della cresta di confine risente molto delle precipitazioni di Stau sia da nord che da sud, dall'altro la quota inferiore ai 3000 m dell'intera area e l'esposizione meridionale prevalente favoriscono una forte fusione estiva. Il valore del suo Bilancio Annuale, su una media di 19 anni, è pari a -1022 mm w.e.

Appare evidente la tendenza negativa dei Bilanci di Massa su entrambi i ghiacciai. Dal 1996 solo 3 volte i Bilanci si sono attestati attorno allo 0 e quindi all'equilibrio: negli anni 1997, 2001, 2014. Da notare che il valore della Quota della Linea d'Equilibrio (ELA), si è attestato in questi anni sul Malavalle mediamente attorno ai 3100 m. Nel 1929 veniva stimata a 2900 m; nel 1888 a 2750 m.

Dai Bilanci Cumulati, risulta che la perdita di massa del Malavalle è stata in 13 anni di 10,6 m di equivalente in acqua su tutto il ghiacciaio (circa -12 m di ghiaccio). Ma se consideriamo le paline alle quote inferiori abbiamo risultati più negativi: -26,6 m w.e. a 2710 m (P2); -20,6 m w.e. a 2812 m (P4); -18,1 m w.e. a 2987 m (P7). Alle quote superiori alcune paline hanno viceversa fatto registrare Bilanci Cumulati positivi: +2,3 m a 3030 m (P9); +7,1 m a 3158 m (P22); +5,6 m a 3240 m (P16). Il **monitoraggio idrometrico** del rio proglaciale consente di stimare un tasso di scioglimento medio del ghiaccio dell'ordine di 5 cm al giorno in una calda giornata estiva.



Übeltalferner / Ghiacciaio di Malavalle



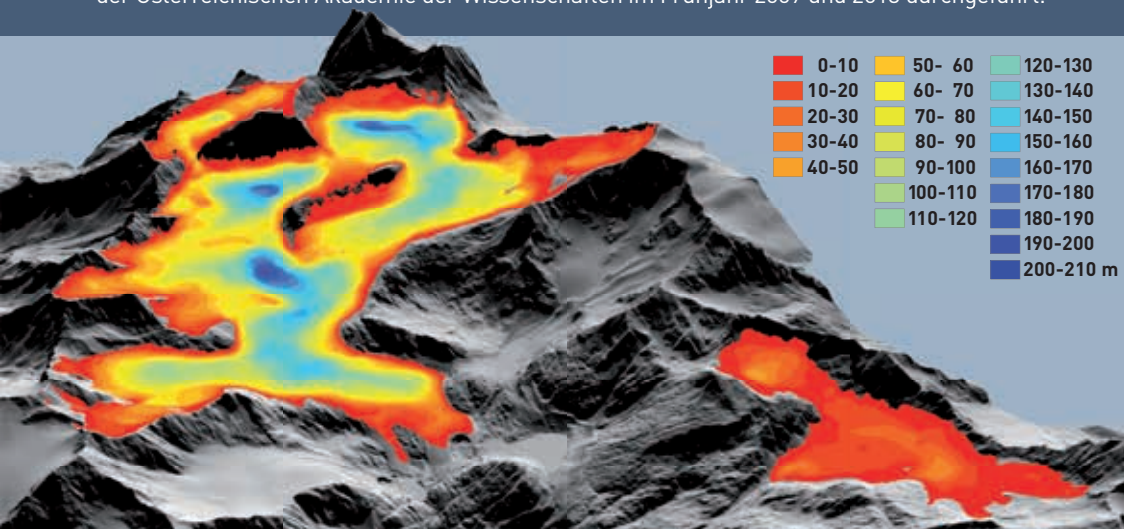
Hangender Ferner / Vedretta Pendente

Datenreihen der Winter-, Sommer- und Jahresmassenbilanzen
Serie storiche dei Bilanci di Massa Invernale, Estivo ed Annuale

Die Eisdickenmessungen

Eisdickenmessungen an Gletschern erlauben eine genaue Schätzung des **Eisvolumens** und damit auch der **äquivalenten Wassermenge** (mm w.e. oder kg/m²). Sie geben zudem interessante Informationen bezüglich der Gletschermorphologie.

Im Fall des Übeltalferners und des Hangenden Ferners wurden die Eisdicken mittels **Radarecholot (GPR)** gemessen; die Messungen wurden vom Institut für Meteorologie und Geophysik an der Universität Innsbruck (IMG) und vom Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung (IGF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften im Frühjahr 2009 und 2013 durchgeführt.



Eisdicken von Übeltalferner und Hangendem Ferner
Le profondità dei ghiacciai Malavalles e Pendente

Le misure di profondità

Le misure dello spessore di un ghiacciaio consentono una stima accurata del suo **volume** e quindi della sua quantità **equivalente in acqua** (mm w.e. o kg/m²). Esse offrono inoltre interessanti informazioni sulla morfologia glaciale.

Nel caso del Malavalles e del Pendente, gli spessori del ghiaccio sono stati misurati per mezzo di **ecometri radar (GPR)** dagli Istituti IMG dell'Università di Innsbruck ed IGF dell'Accademia Austriaca delle Scienze, rispettivamente nella primavera 2009 ed in quella 2013.



Messungsteam auf dem Übeltalferner am 9. Mai 2009
Team di misura sul Malavalles il 9 maggio 2009



Hangender Ferner, Juni 2013
Pendente, giugno 2013



Telekontrolle des Radarecholots
Telecontrollo dell'ecometro radar



Ausfüllen des Messprotokolls
Compilazione del protocollo di campagna



Erhebung der Messpunkte mittels GPS
Rilievo GPS delle posizioni di misura

Die wesentlichen Elemente dieser Messungen sind zwei Antennen, die elektromagnetische Impulse ausenden bzw. empfangen. Die Dicke ergibt sich aus der Differenz der Laufzeit des Signals, das sich in der Atmosphäre ausbreitet, und des Signals, das in das Gletschereis eindringt, vom felsigen Untergrund reflektiert wird und dementsprechend später als das erste den Empfänger erreicht. Die Messung der Schneehöhe mit Hilfe von Sonden sowie die Erhebung der Position der einzelnen Messpunkte durch GPS vervollständigen die Feldarbeiten.

Der **Übeltalferner** ist in mehrere Firnbecken strukturiert. Die Felsrippen kanalisieren den Gletscherfluss mit einer von Eigengewicht und Neigung abhängigen Geschwindigkeit, die zu einer erhöhten Erosionstätigkeit führt. Dadurch sind Tröge von erheblicher Tiefe entstanden, wo die mächtigsten

Eisdicken erreicht werden.

Die größte Dicke wurde mit 214 m im mittleren Bereich des Gletschers auf einer Höhe von 2.880 m gemessen; die durchschnittliche Dicke beträgt 68 m. Das Volumen des Übeltalferners entspricht einer Wassermenge, die dem jährlichen Niederschlag im gesamten Einzugsgebiet des Mareiterbaches (Ratschings und Jaufental inbegriffen) gleichkommt; wenig mehr als das Hundertfache des Fassungsvermögens des Franzensfester Stausees entspricht ebenfalls dieser Menge.

Der **Hangende Ferner** weist noch einige Stellen mit einer Dicke von mehr als 40 m auf. Am aktivsten ist das westliche Becken; das östliche Becken, das sich gegen die Magdeburger Scharte erstreckt, scheint mit entsprechend geringen Eisdicken kurz vor dem Verschwinden.

Gli elementi principali delle misure sono le due antenne di emissione e ricezione degli impulsi elettromagnetici. La misura di profondità risulta dalla differenza tra i tempi di percorrenza del segnale diretto, che si propaga in atmosfera, e di quello che penetra il ghiaccio e, riflesso dal substrato roccioso, raggiunge il ricevitore in ritardo rispetto al primo. Completano le attività di campo la valutazione dello spessore della neve, per mezzo di sondaggi, ed il rilievo GPS della posizione dei singoli punti di misura. La struttura del **Ghiacciaio di Malavalles** è articolata in più bacini, e le formazioni rocciose ne costringono e canalizzano il flusso con una velocità che varia in relazione alla massa e alla pendenza con conse-

guente aumento della sua capacità erosiva. Ne deriva la formazione di conche di notevole profondità, dove risultano gli spessori di ghiaccio maggiori.

La profondità massima pari a 214 m è stata misurata nella zona centrale del ghiacciaio a quota 2880 m, quella media risulta di 68 m.

A titolo di paragone il volume del Malavalles corrisponde ad una quantità di acqua confrontabile con il volume delle precipitazioni che cadono in un anno e mezzo su tutto il bacino idrografico del rio Ridanna, valli Racines e Giovo comprese, oppure a poco più di 100 volte il volume di invaso del Lago di Fortezza. La **Vedretta Pendente** denota ancora alcuni punti con spessori di oltre 40 m. Il bacino più attivo risulta quello occidentale, mentre quello orientale, verso la Forcella del Montarso, sembra avviato all'estinzione e mostra spessori del ghiaccio piuttosto esigui.

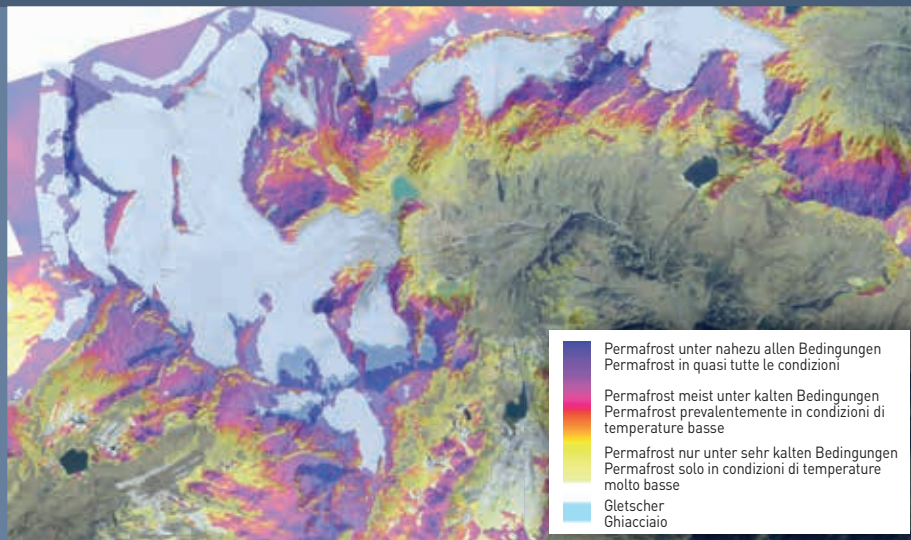


Naturegefahren und Wassernutzung

Der starke **Rückzug** der **Gletscher** und das **Auftauen** des **Permafrosts** (Boden oder Fels, der für mehr als zwei Jahre eine dauerhafte Temperatur von 0° C oder weniger aufweist) und der aktiven **Blockgletscher** (lavastromartige Eis-Lockermaterial-Gemische in langsamer Bewegung) rufen merkliche Veränderungen in der Umwelt sowie im Bereich der Naturgefahren im Hochgebirge hervor.



Gletscherseeausbruch auf dem Übeltalferner im Sommer 2005
Vuotamento del lago proglaciale del Malavalle nell'estate 2005



Hinweiskarte zur potenziellen Permafrostverbreitung
Carta di localizzazione probabile del permafrost



Blockgletscher (rot) und schuttbedeckter Gletscher (hellblau) ober der Timmelsalm
Rock-glacier (rotto) e ghiacciai coperti da detriti (azzurro) sopra la Malga del Tumulo



Einsatz in Maiern während des Hochwassers vom Juli 1987
Intervento a Masseria durante la piena del luglio 1987

den Stirnzonen der Gletscher ruft der Rückgang der Eismächtigkeit auch eine Veränderung der Stabilität der Moränen und der randständigen Felsen hervor, was in der Folge zu Muren und Einstürzen führen kann. Darüber hinaus ist es durchaus möglich, dass die Hochgebirgsflächen eine zunehmend wichtige Rolle bei der Entstehung von **Hochwasser** spielen, was u. a. auf die Klimaerwärmung zurückzuführen ist, im Sommer oft mit Regenfällen bis über 3.000 m und folgendem Abschmelzen von Schnee und Eis. Erinnerungswürdig ist das Hochwasser vom Juli 1987, als auf Ridnaun und den Übeltalferner, der noch von einer dicken Schneeschicht bedeckt war, starke Niederschläge niedergingen. Am 13. August 2014 verursachte starker, aber nicht außergewöhnlicher Regen die Ausuferung des Fernerbaches an mehreren Stellen und die Überschwemmung der steinernen Rückhaltemauer am Aglsboden. In den Gletschern ist – Antarktis und Grönland ausgenommen – nur ein geringer Teil des Süßwassers eingelagert, das am Wasserkreislauf mitwirkt. Dennoch nährt das Gletscherschmelzwasser im Sommer viele Flüsse und zahlreiche davon abhängige Wassernutzungen. In Ridnaun zieht vor allem die **Stromerzeugung** ihren Nutzen daraus, in anderen Gebieten Südtirols auch die **Landwirtschaft** – man denke nur an die Waale im Vinschgau.

Das Phänomen mit dem höchsten zerstörerischen Potential ist dabei der **plötzliche Ausbruch eines Sees**, der sich in, auf, unter oder neben einem Gletscher gebildet hat. Ein derartiges Ereignis ist in Ridnaun im Jahr 2005 aufgetreten, als nach einem trockenen Winter und einem sehr warmen Sommerbeginn der Gletschervorfeldsee am Übeltalferner am 15. Juli über die Ufer trat und durch die Gletscherfront, die auf der orografisch rechten Seite rund eine Million Kubikmeter Wasser zurückhielt, einen Abfluss grub. Der Rückzug des Eises setzt große Mengen von losem Material frei; dieses kann in Form von **Murgängen** und **Feststofftransport** durch intensive Niederschläge und Sturzbäche in Bewegung versetzt werden. In

Pericoli naturali e utilizzazione dell'acqua

Il forte **ritiro** dei **ghiacciai** e la **degradazione** del **permafrost** (suolo o roccia che rimane a una temperatura pari o inferiore a 0°C per più di due anni consecutivi) e dei **rock-glacier** attivi (colate di materiali sciolti e ghiaccio in lento movimento), producono sensibili modificazioni degli ambienti e dei pericoli naturali di alta montagna.

Tra questi, il fenomeno con più elevato potenziale distruttivo è rappresentato dall'**improvvisa rottura di laghi** formati all'interno, sopra, sotto oppure nei pressi di un ghiacciaio. Un evento di questo tipo ha interessato la Val Ridanna nel 2005, quando, dopo un inverno asciutto ed un principio di estate molto caldo, il 15 luglio il lago proglaciale del Malavalle è esondato ed ha scavato una breccia attraverso la fronte del ghiacciaio che lo sbarrava in destra orografica con svaso di circa 1 milione di metri cubi di acqua. L'arretramento dei ghiacci libera peraltro grandi quantità di materiali sciolti, suscettibili di essere mobilitati da precipitazioni intense e piene torrentizie sotto forma di **colate detritiche** e **trasporto solido**. Nelle zone frontali dei ghiacciai, la riduzione di spessore del ghiaccio determina anche mutate condizioni di stabilità delle morene e delle rocce che li delimitano con conseguenti possibili frane e fenomeni di crollo. È inoltre molto probabile che in futuro le aree di alta quota abbiano un ruolo sempre più determinante nella formazione delle **alluvioni** anche a causa del riscaldamento climatico, per cui d'estate la pioggia cade spesso oltre 3000 m di quota favorendo la fusione di neve e ghiaccio. Da ricordare l'alluvione del luglio 1987, quando forti precipitazioni caddero



Wasserfassung des E-Werks am Fernerbach
Opera di presa dell'impianto idroelettrico sul rio Ferner

sulla Val Ridanna e sul Malavalle ancora coperto da una spessa coltre nevosa. Il 13 agosto 2014 un evento di pioggia intenso, ma non eccezionale, ha prodotto l'esondazione del rio Ridanna in diversi punti e la tracimazione della diga in pietra di Pian dell'Accla, costruita per la difesa dalle piene. Antartide e Groenlandia esclusi, nei ghiacciai è stoccata solo una minima parte dell'acqua dolce che concorre al ciclo idrologico; tuttavia il contributo della fusione glaciale nei mesi estivi alimenta molti fiumi e le utilizzazioni dell'acqua che su di essi insistono. In Val Ridanna ne beneficia anzitutto la **produzione idroelettrica**; in altre parti dell'Alto Adige, si pensi ai Waale della Val Venosta, anche **l'agricoltura**.



Die Zukunft von Klima und Gletschern

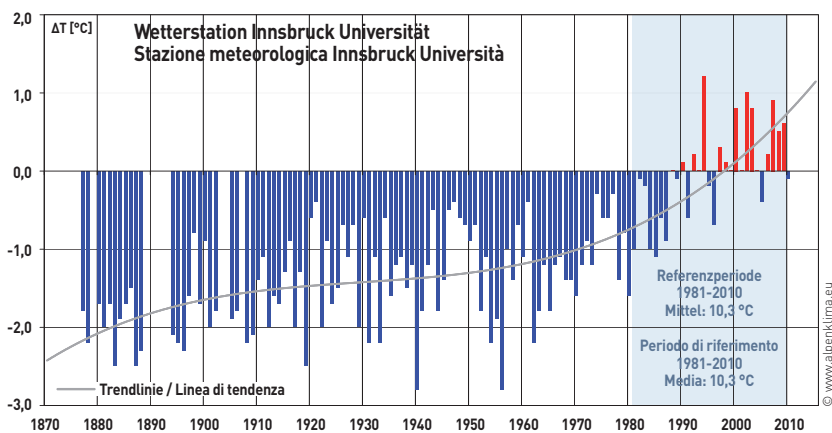
Il futuro di clima e ghiacciai

Die Klimaerwärmung ist eindeutig bewiesen.

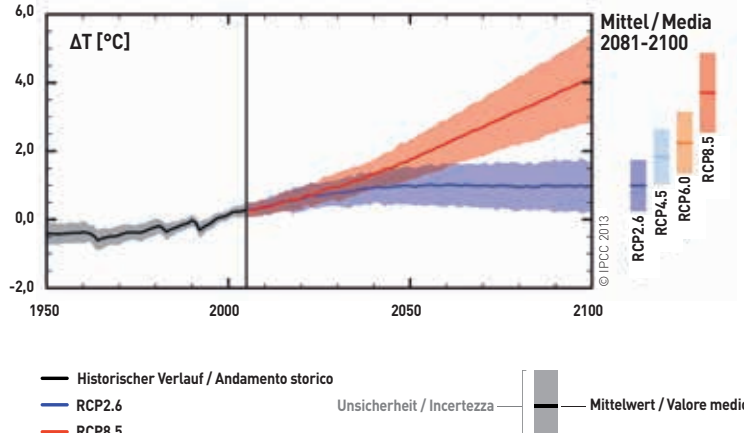
Weltweit gesehen war jedes der vergangenen drei Jahrzehnte wärmer als irgendein Jahrzehnt nach 1850; die Jahre von 1983 bis 2012 waren auf der nördlichen Halbkugel sehr wahrscheinlich die wärmsten 30 Jahre in den letzten 1.400 Jahren.

Il riscaldamento del clima è documentato in modo inequivocabile.

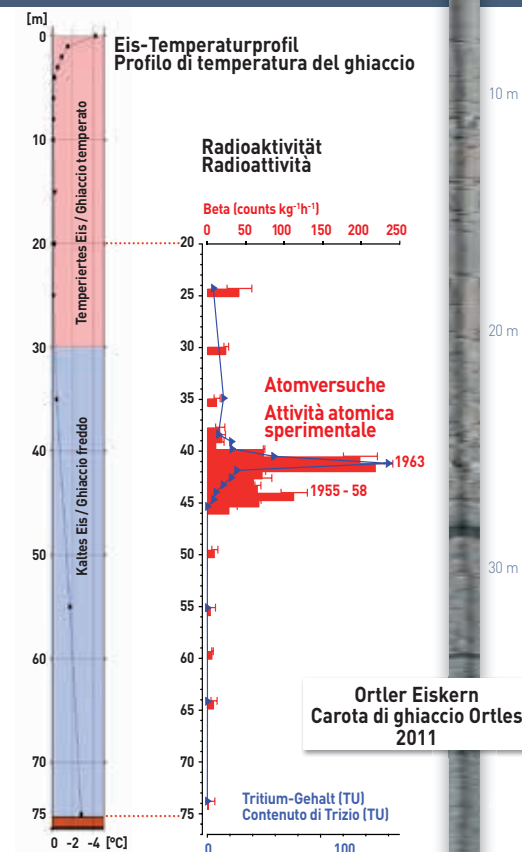
A livello globale ciascuno degli ultimi tre decenni è stato in sequenza più caldo di qualsiasi decennio precedente dal 1850 ed il periodo 1983-2012 è stato, nell'emisfero boreale, verosimilmente il trentennio più caldo degli ultimi 1400 anni.



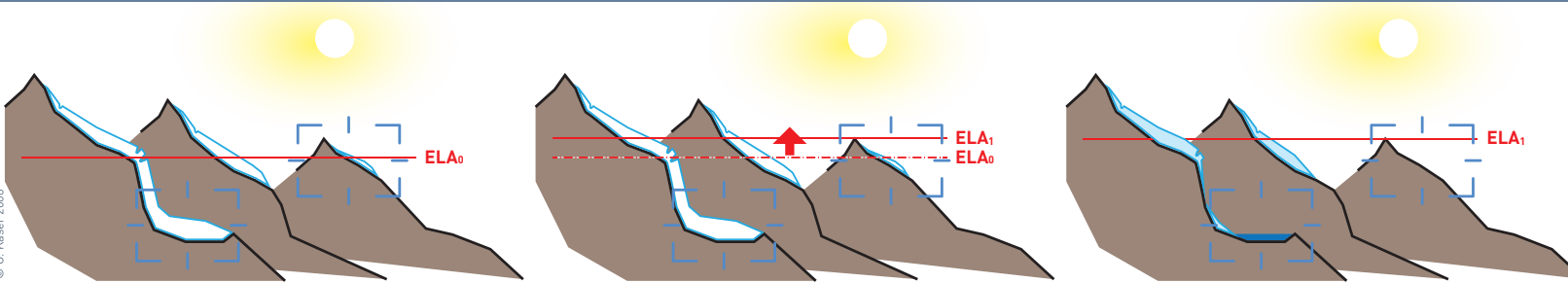
Abweichung des Temperatur-Jahresmittels vom Mittel der Referenzperiode 1981-2010
Deviazione temperatura annuale dalla media del periodo 1981-2010



ΔT global im Verhältnis zur Referenzperiode 1986-2005 und Prognose bis 2100
ΔT globale rispetto al periodo 1986-2005 e proiezione fino al 2100



Erste Ergebnisse der Analysen
Primi risultati delle analisi



Skizze des Gletscherrückzuges infolge des Temperaturanstiegs und des progressiven Anstiegs der Gleichgewichtslinie (ELA₀ → ELA₁)
Schema del ritiro glaciale a seguito dell'aumento delle temperature e del conseguente progressivo innalzamento della linea di equilibrio (ELA₀ → ELA₁)

Die Untersuchungen der **Eiskerne**, die jüngst auf dem Ortler entnommen wurden, sowie die vorliegenden Klimadaten zeigen, dass die **Temperaturen** in Südtirol dem allgemeinen Trend entsprechen: Seit 1880 haben sie insgesamt um 1,2° C zugenommen, mit einer Beschleunigung seit den 1980er Jahren. Die jährlichen **Niederschläge** hingegen weisen keine bezeichnende Tendenz auf, allenfalls ist eine kürzere **Dauer der Schneebedeckung**, vor allem in mittleren Höhen und in den Tallagen, zu verzeichnen.

Die Gletscher reagieren sensibel auf Klimaveränderungen; ihr derzeitiger Rückzug ist eine direkte Folge des Wärmeanstieges. Befindet sich ein Gletscher im Gleichgewicht, bedeckt die Akkumulationszone in der Regel rund 50 bis 60 Prozent der Gesamtfläche.

Verschiebt sich die Gleichgewichtslinie nach oben – je 0,6° C Temperaturanstieg verlagert sie sich um 100 m – verkleinert sich dieser Bereich und der Gletscher beginnt sich zurückzuziehen.

Auch in Zukunft wird die Entwicklung der Gletscher eine direkte Folge der klimatischen Entwicklung

sein. Die Hochrechnungen der Klimaveränderungen wurden anhand einer Serie von Emissionsszenarien entwickelt, RCP (Representative Concentration Pathways) genannt, die von der sozioökonomischen und technologischen Entwicklung des 21. Jahrhunderts abhängig sind. Nach den globalen Gegebenheiten wird bis zur Jahrhundertmitte ein Temperaturanstieg von 1 – 2° C erwartet, bis 2100 von 1,5 – 4,0 ° C.

Die Schätzungen für Südtirol bewegen sich im mittleren bis oberen Bereich der Konfidenzintervalle.

Überträgt man diese Ergebnisse auf die **glaziale Entwicklung von Ridnaun**, ist es trotz einer gewissen Unsicherheit, die auf die natürliche Variabilität des Klimas zurückzuführen ist, wahrscheinlich, dass im Jahr 2030 noch rund die Hälfte des Eisvolumens von 2000 übrig ist; am Ende des Jahrhunderts wird es nur mehr ein Viertel sein. Auch der Beitrag, den die Gletscher zur Abflussmenge leisten, wird mit einem weiteren Rückgang der Gletscher abnehmen.

Le analisi delle **carote di ghiaccio** prelevate recentemente sull'Ortles e i dati climatologici disponibili, mostrano per l'Alto Adige un trend delle **temperature** coerente con quello generale: dal 1880 ad oggi sono cresciute di 1,2° C, con un'accelerazione dagli anni Ottanta. Non evidenziano invece tendenze significative le **precipitazioni** annue, se non nella progressiva riduzione della **durata dei periodi con neve al suolo**, anzitutto alle quote intermedie e di fondovalle.

I ghiacciai sono indicatori sensibili dei cambiamenti climatici ed il loro arretramento recente è conseguenza diretta delle variazioni termiche descritte. Nel caso di un ghiacciaio in equilibrio, la zona di accumulo occupa generalmente circa il 50/60% dell'area totale. Con l'innalzamento della linea di equilibrio, di circa 100 m ogni 0,6° C di aumento della temperatura, questa condizione viene meno e il ghiacciaio tende a ritirarsi.

Anche in futuro l'evoluzione dei ghiacciai sarà conseguenza diretta di quella del clima.

Le proiezioni dei cambiamenti del sistema climatico sono realizzate facendo riferimento ad una serie di scenari di emissione, denominati RCP (Representative Concentration Pathways), dipendenti dallo sviluppo socioeconomico e tecnologico che vivremo nel XXI secolo. A seconda dei casi a livello globale è atteso un aumento delle temperature di 1-2° C entro la metà del secolo, e di 1,5-4,0° C entro il 2100. Le stime per l'Alto Adige si collocano nella fascia medio-alta di queste bande di confidenza.

Applicando questi risultati alle **dinamiche glaciali della Val Ridanna**, pur con l'incertezza imputabile alla variabilità naturale del clima, risulta probabile che nel 2030 rimarrà circa la metà del volume di ghiaccio presente nel 2000 e solo un quarto a fine secolo. Anche il contributo dei ghiacciai ai deflussi andrà scemando con l'ulteriore riduzione delle aree glaciali.

Die Gletscher in Ridnaun, gestern - heute - morgen I ghiacciai della Val Ridanna, ieri - oggi - domani

Danksagung - Impressum

Ein aufrichtiger Dank ergeht an die Direktorin des Hydrografischen Amtes Michela Munari, den Präsidenten des Italienischen Gletscherkomitees Massimo Frezzotti, an Giancarlo Rossi und an alle, die während der Massenbilanzmessungen in den vergangenen 19 Jahren – oft ehrenamtlich – bei den verschiedenen Tätigkeiten auf den Gletschern mitgearbeitet haben, insbesondere an die engsten Freunde vom CAI „Cesare Battisti“ von Verona (Luigi, Marco, Natalino, Corrado, Stefano), an die Kollegen der Forststation Ratschings und vom Amt für geodätische Vermessung der Autonomen Provinz Bozen und an alle, die sich in irgendeiner Weise am Projekt beteiligt haben (Hubert, Arthur, Erich, Davis, Claudio, Andrea, Christoph, Cristiano und viele andere ...).

Herzlich gedankt sei auch Paul Felizetti für seine wertvollen Ratschläge und für die Bereitstellung seiner historischen und fotografischen Sammlung für diese Ausstellung. Wir danken auch allen Personen, die für diese Ausstellung Foto- und Kartenmaterial zur Verfügung gestellt haben.

Ringraziamenti - note editoriali

Un sentito ringraziamento alla Direttrice dell'Ufficio Idrografico Michela Munari, al Presidente del Comitato Glaciologico Italiano Massimo Frezzotti, a Giancarlo Rossi e a tutti coloro che, nel corso dei 19 anni di studio di bilancio di massa, hanno collaborato, spesso come volontari, nelle attività sui ghiacciai, in particolare agli amici più assidui del CAI Cesare Battisti di Verona (Luigi, Marco, Natalino, Corrado, Stefano), ai colleghi della Stazione forestale di Racines e dell'Ufficio per il rilevamento geodetico della Provincia autonoma di Bolzano ed a tutti quelli che, a vario titolo, sono stati coinvolti nel progetto (Hubert, Arthur, Erich, Davis, Claudio, Andrea, Christoph, Cristiano e tanti altri ...).

Grazie di cuore anche a Paul Felizetti, per i suoi preziosi suggerimenti e per aver messo a disposizione parte della documentazione storica e fotografica proposta in questa mostra. Ringraziamo inoltre tutte le persone che per questa mostra hanno reso disponibile materiale fotografico e cartografico.



Mitglied, Beobachter und ehemaliger Sekretär des **Italienisches Gletscherkomitee**, seit 1987 führt er auf dem Übeltalferner und dem Hangenden Ferner die jährlichen Gletscherfrontmessungen durch, seit 1996 koordiniert er die Massenbilanzmessungen an besagten Gletschern.

Gianluigi Franchi

Italienisches Gletscherkomitee
Comitato Glaciologico Italiano

Membro, operatore ed ex segretario del **Comitato Glaciologico Italiano**, dal 1987 svolge i controlli frontali annuali sul Ghiacciaio di Malavalle e sulla Vedretta Pendente e dal 1996 coordina gli studi di bilancio di massa sugli stessi apparati.



Stellvertretender Amtsdirektor und Verantwortlicher für die Bereiche Hydrografie und Glaziologie am **Hydrographisches Amt der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol**; seit zehn Jahren arbeitet er an den Gletschermessungen in Ridnaun mit.

Roberto Dinale

Hydrographisches Amt der Autonomen Provinz Bozen
Ufficio idrografico della Provincia autonoma di Bolzano

Vicedirettore e responsabile dei settori idrografia e glaziologia dell'**Ufficio idrografico della Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige**; da dieci anni collabora alle campagne glaciologiche in Val Ridanna.

segreteria@glaciologia.it

hydro@provinz.bz.it

Literaturverzeichnis / Bibliografia

3PClim, 2015: Das Klima von Tirol – Südtirol – Belluno, Vergangenheit – Gegenwart – Zukunft [Adler S. et al. (Hg.)], ZAMG, Wien.

Autonome Provinz Bozen Südtirol - Hydrographisches Amt, 2006 und ff.: Glacier Report Übeltalferner – Ghiacciaio Malavalle [Dinale R. et al. (Hg.)], n 3/2006 und ff., Bozen.

Barth L. und L. Pfandler, 1845: Die Stubaier Gebirgsgruppe, Wagner, Innsbruck.

Bothe von und für Tirol und Vorarlberg, 1825: Ausgaben 18. und 22. August.

Castiglioni B., 1928/1932: Relazioni delle campagne glaciologiche, Boll. Com. Glac. Ital.

Castiglioni B., 1930: Ghiacciai delle Breonie, Boll. Com. Glac. Ital. I serie, n. 10.

ClimOpt, 2015: Report Gefahren von Gletscherseeausbrüchen in Südtirol - Screening, Analyse der Prozesse, Potentielle Schadensfolge und Maßnahmen [Zischg A. und R. Dinale (Hg.)] Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Bozen.

ClimOpt, 2015: Report GPR – Messungen der Eisdicke an neun Südtiroler Gletschern [Mitterer C. und A. Fischer (Hg.)], Autonome Provinz Bozen – Südtirol, Bozen.

Cogley J.G. et al., 2011: Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms, IHP-VII Technical Documents in Hydrology, No. 86, IACS Contribution No. 2, UNESCO-IHP, Paris.

Conci V., 1933/38: Relazioni delle campagne glaciologiche, Boll. Com. Glac. Ital. C.N.R. – C.G.I., 1959-1962: Catasto dei ghiacciai italiani, 4 voll., Torino.

Czermack R., 1890: Veränderungen am Uebelthalferner, August 1890, Mitteilungen DÖAV.

Finstervalder S., 1916: Nachmessungen an Gletschern beiderseits des Brenner im Sommer 1915, Zeitschrift für Gletscherkunde, X, Leipzig.

Fischer, A., 2009: Die Eisdicke des Übeltalferners / Ghiacciaio Malavalle. Bericht des Institutes für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck über die Messungen am 09.05.2009.

Fischer A. und Hartl L., 2013: Langzeitmonitoring von Gletschermassenbilanzen und -längenänderungen in Tirol. Klima, Wetter, Gletscher im Wandel [Eva-Maria Koch, Brigitta Erschbamer (Hg.)], Alpine Forschungsstelle Obergurgl - Band 3, Kapitel 2, 31-48.

Fliri, F., 1975: Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck-München, 442 S.

Franchi G., 1988 e succ.: Relazioni delle campagne glaciologiche 1987 e succ., Geogr. Fis. Dinam. Quat., Torino.

Franchi G. e G. Rossi, 2001: Bilancio di massa della Vedretta Pendente-Hangenderferner, Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., Torino.

Gabrielli, P et al., 2012: Discovery of cold ice in a new drilling site in the Eastern European Alps, Geogr. Fis. Dinam. Quat., 35, 101-105.

Gletscherinventar Südtirol AA2006, 2010: Die Gletscher Südtirols 1983-2006 [Institut für Geographie der Universität Innsbruck (Hg.)], Hydrographisches Amt der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol.

Gletscherinventar Südtirol AA1997, 2006: Die Gletscher Südtirols 1997 [Institut für Geographie der Universität Innsbruck (Hg.)], Hydrographisches Amt der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol.

Gsaller C., 1891: Das Stubeithal, Duncker und Humblot, Leipzig.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker T.F. et al. (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Kaser G. et al., 2003: A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers, IHP-VI Technical Documents in Hydrology, No. 59, UNESCO-IHP, Paris.

Knoll C., 2006: Gletscherinventar Südtirol AA1997, Mag.rer.nat. Diploma thesis, Universität Innsbruck.

Knoll C. et al., 2009: A glacier inventory for South Tyrol, Italy, based on airborne laser-scanner data, Annals of Glaciology 50 [53], 46-52.

Knoll, C. et al., 2009: A GIS-assisted reconstruction of Little Ice Age glacier maximum extension for South Tyrol, Italy, Transactions in GIS 13/5-6, 449-462.

Lagally M., 1912: Gletscherbeobachtungen im Stubai, Zeitschrift für Gletscherkunde, VII.

Mair, V. et al., 2011: PermaNET - Permafrost Long-term Monitoring Network. Synthesebericht, INTERPRAEVENT Schriftenreihe 1, Report 3, Klagenfurt.

Marzeion B. et al., 2012: Past and future sea-level change from the surface mass balance of glaciers, The Cryosphere 6, 1295-1322.

Mosna E., 1924: Note sui ghiacciai delle Breonie, Archivio per l'Alto Adige, vol. XIX, Gleno.

Penck A. und Richter E., 1903: Führer für die Glazialexkursion in die Ostalpen, IX Intern. Geologen Kongress, Wien.

Pfandler L., 1871: Der Uebelthalferner und seine Umgebung, Zeitschrift DÖAV, II.

Porro C., 1925: Elenco dei ghiacciai Italiani, Ufficio Idrografico del Po, Parma.

Richter E., 1888: Die Gletscher der Ostalpen, Engelhorn, Stuttgart.

Rossi G. et al., 2004: I ghiacciai della Val Ridanna. Ricostruzioni storiche e ricerche glaciologiche, AINEVA Neve e valanghe, n.53, pp. 30-43.

Valentini P., 1985: Il catasto dei ghiacciai della Provincia di Bolzano, Geogr. Fis. Dinam. Quat., 8, 182-195.

Valentini P. e V. Bacchi, 1988: La piena del 18-19 luglio 1987 in Alto Adige, Memorie di Scienze Geologiche dell'Università di Padova, Vol. XL, pagg. 369-377.

Van Husen D., 1987: Die Ostalpen in den Eiszeiten, Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien.

WGMS, 2008: Global glacier changes: facts and figures [Zemp M. et al. (eds.)], UNEP, World Glacier Monitoring Service, Zürich.

Zöprritz A., 1879: Die Stubaier Gletscher im September 1878, Mitteilungen DÖAV.



Die Gletscher in Ridnaun, gestern - heute - morgen I ghiacciai della Val Ridanna, ieri - oggi - domani



AUTONOME PROVINZ
BOZEN - SÜDTIROL



PROVINCIA AUTONOMA
DI BOLZANO - ALTO ADIGE



Comitato
Glaciologico
Italiano



BERGBAUWELT RIDNAUN SCHNEEBERG
MONDO DELLE MINIERE RIDANNA MONTENEVE



Bildungsausschuss
Ridnaun

