Gletscherwelten
World of glaciers

UNESCO World Heritage
Swiss Alps Jungfrau-Aletsch



Gletscher | Glacier

United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Swiss Alps Jungfrau-Aletsch
inscribed on the World
Heritage List in 2001



1

Ewiges Eis

Heerscharen von Touristen lassen sich jeden Sommer auf eisige Höhen im UNESCO-Welterbe Swiss Alps Jungfrau-Aletsch hochfahren, um das einmalige Naturschauspiel der Gletscherwelt zu erleben. Von den 824 Quadratkilometern, die das Welterbe umfasst, sind 34 Prozent vergletschert. Diese grösste zusammenhängende Eisfläche der Alpen setzt sich aus 70 grösseren und kleineren Gletschern sowie 229 Firn- und Gletscherflecken zusammen. Das Herzstück bildet der grösste Alpengletscher, der Grosse Aletschgletscher. Aber auch andere Eisströme sind dominante Elemente des Welterbes (s. Tabelle). Diese Gletscher finden nicht nur wegen ihren Dimensionen Beachtung. Einige von ihnen sind auch von grosser wissenschaftlicher und wissenschaftshistorischer Bedeutung. So kann die Geschichte des Grossen Aletschgletschers rund 3500 Jahre zurückverfolgt werden, der Untere Grindelwaldgletscher ist bezüglich historischer Schrift- und Bildquellen der bestdokumentierte Gletscher der Alpen, und der Unteraargletscher gilt als Wiege der modernen Glaziologie.

Dass dieses «ewige Eis» aber doch nicht ewig ist, zeigt der dramatische und anhaltende Schwund der Alpengletscher seit dem letzten Gletscherhochstand um die Mitte des 19. Jahrhunderts, verursacht durch die natürliche und in zunehmendem Masse auch durch den Menschen verstärkte Klimaerwärmung.

Gletscher Glacier	**Fläche (km²)** Area (sq. km)	**Länge (km)** Length (km)	**Volumen (km³)** Volume (cubic km)
Grosser Aletsch / Great Aletsch	78.4	22.5 / 20.7*	13.4
Fiescher	29.5	15.38	3.08
Oberaletsch	17.5	9.15	1.4
Unteraar	22.5	11.8	3.75
Unterer Grindelwald	17.7	6.2	1.45

***vom Jungfraujoch**
Kenndaten der fünf grössten Gletscher im UNESCO-Welterbe Swiss Alps Jungfrau-Aletsch

***from Jungfraujoch**
Characteristics of the five largest glaciers in the UNESCO World Heritage perimeter Swiss Alps Jungfrau-Aletsch

Perpetual snows

Every summer legions of tourists are carried up to the icy heights of the UNESCO World Heritage Site Swiss Alps Jungfrau-Aletsch to experience the unique spectacle of the glaciers' world. This World Heritage Site is a 824 square kilometre large area, whereof 34 % are glaciated. The Alps largest glaciated area is formed by 70 small and large glaciers as well as 229 firn and glacier fields. Its centrepiece is the biggest alpine glacier, the Great Aletsch glacier. However, other ice streams are also dominant elements of the World Heritage perimeter (see chart); not solely for their size. Some of them have a strong scientific and historic importance. The Great Aletsch glacier's history can be traced back 3500 years. The Lower Grindelwald glacier is the best documented alpine glacier in terms of historical written and pictorial sources. The Unteraar glacier is often regarded as the cradle of modern glaciology.

Since the last glacial peak in the middle of the 19th century dramatic and everlasting deglaciation caused by natural and, to an increasing extent, human-induced global warming presents the fragility of these "perpetual snows" of the Alps glaciers.

Oberaletschgletscher 1
Oberaletsch glacier

Mythos Gletscher

In der Sagenwelt der Bergbevölkerung haben die Gletscher ihren festen Platz. Nach altem Glauben waren die höchsten Alpen von Dämonen, Kobolden, Drachen und Riesen bevölkert. So soll der Schreckhorn-Drache in Grindelwald gewütet haben. Er verschlang Herden und Hirten, bis er endlich von einem starken klugen Mann gebannt werden konnte.

In einigen Schweizer Sagen wird das Fegefeuer in die Gletscherwelt verlegt. Da ist von Gletschern die Rede, die fruchtbare Alpweiden überdeckt haben. Früher soll etwa die Hochebene des Petersgrates im Lötschental eine schöne Alpwiese gewesen sein. Den Älplern ging es sehr gut und sie wurden vor lauter Überfluss hochmütig und unverschämt. Ein furchtbares Gewitter mit Hagel und Schnee erhob sich und nach kurzer Zeit war die prächtige Alp in einen Gletscher verwandelt.

Als Sinnbild der Reinigung sind Gletscher auch der Ort der armen, sündigen Seelen, wie die armen Seelen im Grossen Aletschgletscher. Einer alten Walliser Sage nach müssen diese im Eis leidend für ihre Fehler büssen – Kopf an Kopf gedrängt und bis zum Hals eingefroren. Eine andere Sage berichtet, dass



1 Die Armen Seelen im Grossen Aletschgletscher (C. Bürcher-Cathrein, 1927, Der letzte Sander von Oberried)
The poor souls in the Great Aletsch glacier (C. Bürcher-Cathrein, 1927, Der letzte Sander von Oberried)

2 D'alt Schmidja
The old Ms. Schmid

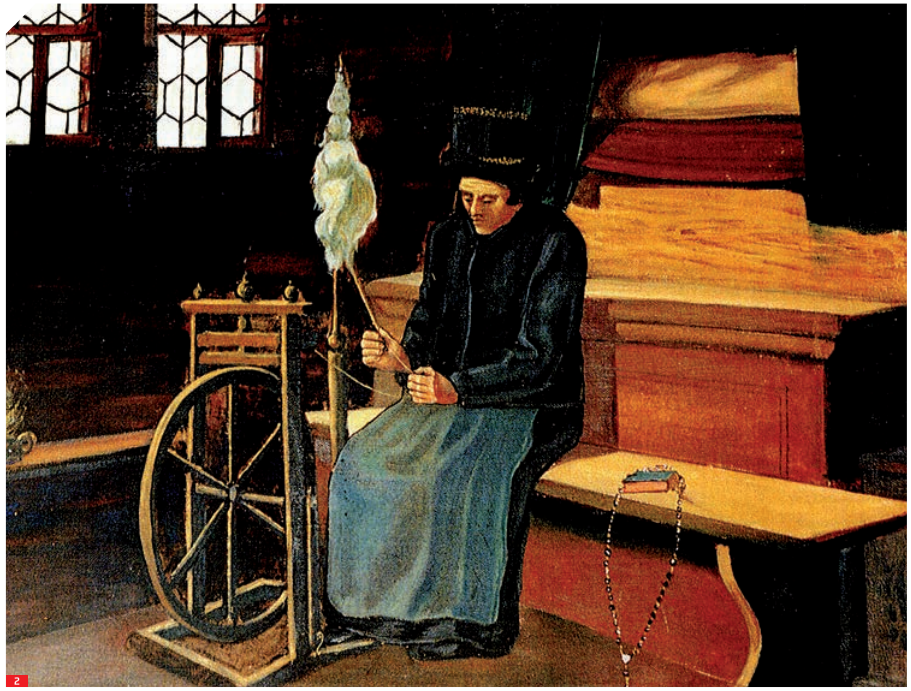
«d'alt Schmidja», eine alte Frau, die in einer Hütte am Rand des Grossen Aletschgletschers (im «Üsseren Aletschji») hauste, für die armen Seelen betete und ihnen in kalten Winternächten Obdach gewährte, damit sich diese wieder etwas aufwärmen konnten.

The "Glacier" myths

Glaciers became well established in the mountaineer's mythology. According to ancient belief the highest mountains were populated with demons, goblins, dragons and giants. The Schreckhorn dragon is said to have raged in Grindelwald. He devoured flocks and shepherds until a strong and wise man could exorcise him.

In some old Swiss saga the purgatory is located in the glaciers' world. They say glaciers cover up fertile pastures. In past ages the Petersgrat plateau in the Lötschental was a beautiful meadow, so the tale. The Alps inhabitants were doing well, but for all the abundance they turned arrogant and rude. A terrible thunderstorm with hail and snow cropped up and soon the charming alp was turned into a glacier.

Glaciers were also considered symbols of purification and are therefore populated by poor, sinful souls such as the poor souls in the Great Aletsch glacier. An old Valais legend tells they must atone for their sins, ailing in ice, shoulder to shoulder and frozen up to their necks. The "d'alt Schmidja" tale is about the story of an old woman (the old Ms. Schmid) living in a hut on the edge of the Great Aletsch glacier (in "Üsseren Aletschji"), who prayed for the poor souls and gave them shelter to warm themselves in cold winter nights.



2

«König der Berge ist der grosse Berggeist, dem alle anderen Geister dienen. In der Gewalt des Berggeistes sind auch die Gletscher, diese Wunder und Rätsel der Berge. Die Gletscher sind bald wie Drachen, die mit offenem Rachen an den Gräten hängen und jeden Augenblick drohen in das Tal zu stürzen; bald wie Schlangen, die sich zwischen den Bergen durch die engen Täler winden. Wer kennt das geheimnisvolle Leben dieser Riesen, die tot sind und doch leben, die stille stehen und doch vor- und rückwärts gehen, die leblos daliegen und doch immer anders sich gestalten, die schweigsam sind und doch mit Donnerstimme rufen, die Leben vernichten und neues Leben spenden, die Bäume knicken und den Boden ackern dem neuen Samen, die die Kultur fördern und wiederum zerstören, die so viele Geheimnisse bergen, die sie selten enthüllen.»

Johann Siegen, 1921: Gletschermärchen



1 Wilderwurm-Gletscher (H. G. Willink, 1892)
Wilderwurm glacier (H. G. Willink, 1892)

2 Der Gletscherkönig
(J. Siegen, 1921, Gletschermärchen für Gross und Klein aus dem Lötschental)
The King of the glacier
(J. Siegen, 1921, Gletschermärchen für Gross und Klein aus dem Lötschental)

"King of the mountains is the great Mountain Spirit, served by all other spirits. The glaciers; wonders and mysteries of the mountains are in the Mountain Spirit's power. The glaciers are nearly dragons, hanging on cliffs with open jaws and threatening to fall in the valley any minute; nearly snakes, winding themselves between the mountains, through narrow valleys. Who knows the giants' mysterious life, dead and yet alive, standing still yet going backwards and forwards, lying lifeless yet always changing, silent yet thunderous, destroying yet donating life, bending trees yet giving the soils new seeds, fostering yet ruining the culture, hiding so many seldom revealed secrets."

Johann Siegen, 1921: Glacier tales



Aus Schnee wird Eis

Eine alte Sage aus dem Wallis erklärt die Entstehung des Langgletschers wie folgt: «Eine reine Jungfrau, der Winter, hat Stücklein von sieben Gletschern in der Lötschenlücke zusammengetragen und so die weisse Kuh, den Langen Gletscher, wachsen lassen.»

Wissenschaftlich betrachtet, lautet die Erklärung: Gletschereis entsteht durch die Umwandlung von Schnee, der den Sommer überdauert und sich dabei zu porösem, körnigem Firn verwandelt. Aus den verdichteten Firnschichten entsteht schliesslich in den folgenden Jahren kristallines Gletschereis. Aus einem Meter Neuschnee, der bis zu 95 Prozent Luft enthält, wird eine rund 11 Zentimeter dicke Eisschicht. Die Umwandlung oder Metamorphose des Schnees dauert bei Alpengletschern, deren Eistemperatur um den Gefrierpunkt schwankt, wenige Jahre bis Jahrzehnte.

Das Eis des Grossen Aletschgletschers bildet sich in den vier grossen Firnbecken des Aletsch-, Jungfrau-, Grüneggfirns und des Ewigschneefälds. Diese nähren den Grossen Aletschgletscher und fliessen am Konkordiaplatz zusammen, wo der Gletscher zwischen 800 – 900 Meter mächtig ist. Hier bildet sich allerdings kaum Firn, da dort der Schnee im Sommer nur ausnahmsweise liegen bleibt. Beim Jungfraujoch beträgt der jährliche Firnzuwachs hingegen durchschnittlich vier bis sechs Meter.



1 Gletscherspalten (Jungfraujoch)
Glacier crevasses (Jungfraujoch)

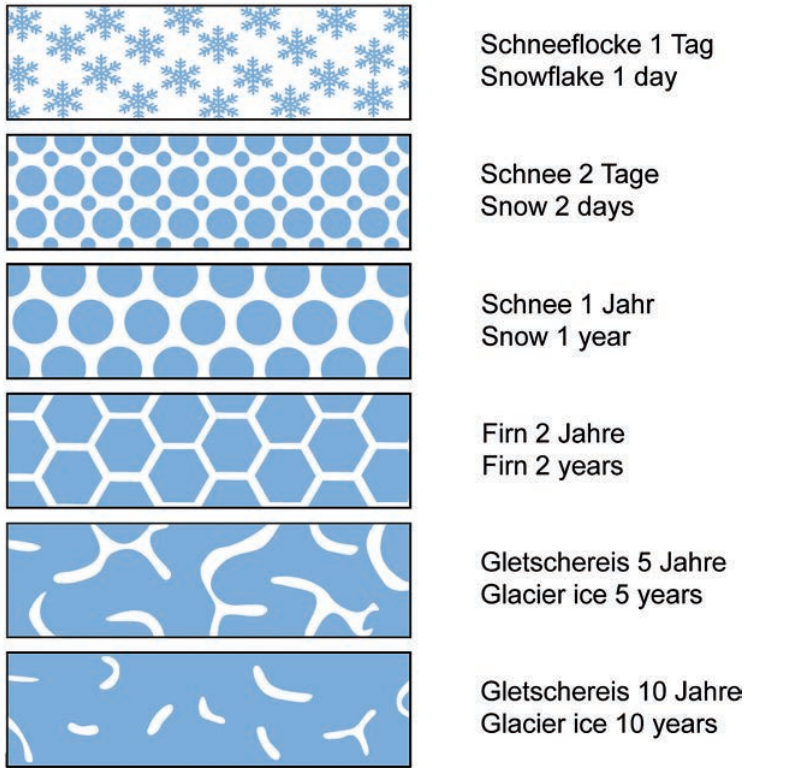
2 Entstehung von Gletschereis
Formation of glacier ice

When snow turns to ice

Another old Valais tale explains the origin of the Lang glacier: "A pure virgin, the winter, collected pieces from seven glaciers to the Lötschenlücke (Lötschen gap) and let the white cow, the Lang glacier grow."

Scientifically explained, glacier ice results from transformation of snow surviving summer and turns into porous and granular firn. During the following years compressed firn layers become crystalline glacier ice. One meter fresh snow containing up to 95 % air transforms to thick ice layer of 11 centimeters. In alpine glaciers with constant temperatures around the freezing point snow transformation or metamorphosis take from a few years up to a few decades.

The ice of the Great Aletsch glacier is formed in the four big firn basins of Aletsch, Jungfrau, and Grünegg firn and Ewigschneefäld. They nurture the Great Aletsch glacier and flow together at the Konkordiaplatz where the glacier is 800 to 900 meters thick. At Konkordiaplatz, there is hardly any firn as normally in summer the snow disappears. But at Jungfraujoch the annual firn growth is on average four to six meters.



Gletscher sind ständig in Bewegung

Im Jahr 1854 erklärte der Physiker Albert Mousson die Schwerkraft als den eigentlichen Motor der Gletscherbewegung: Das im Nährgebiet des Gletschers gebildete Eis fliesst ähnlich wie zähflüssiger Honig talabwärts und liefert der Gletscherzunge ständig Eis nach. Hier im Zehrgebiet verliert der Gletscher vor allem in den Sommer- und Herbstmonaten Eis durch Abschmelzung.

Das Eis fliesst unterschiedlich schnell. Die Fliessgeschwindigkeit eines Alpengletschers beträgt 20 bis 200 Meter pro Jahr und hängt von seiner Eismächtigkeit und seiner Neigung ab. Auf der Oberfläche des Grossen Aletschgletschers unterhalb des Konkordiaplatzes wurde mit 200 Meter pro Jahr die grösste Fliessgeschwindigkeit gemessen. Im Bereich des Aletschwaldes bewegt sich das Eis nur noch mit ca. 80 Meter pro Jahr talabwärts. Das zuoberst im Nährgebiet entstandene Eis sinkt im Laufe der Zeit in immer grössere Tiefe ab, wo es wesentlich langsamer fliesst als an der Oberfläche. Daher kann die Reise eines Eiskorns bis zum Gletscherende mehrere Tausend Jahre dauern! Auch zum Gletscherrand hin nimmt die Fliessgeschwindigkeit des Eises ab. Dies führt zusammen mit der unruhigen Oberfläche des Gletscherbettes zu Spannungen: Das Eis bricht auf und es bilden sich Quer-, Längs- und Randspalten.

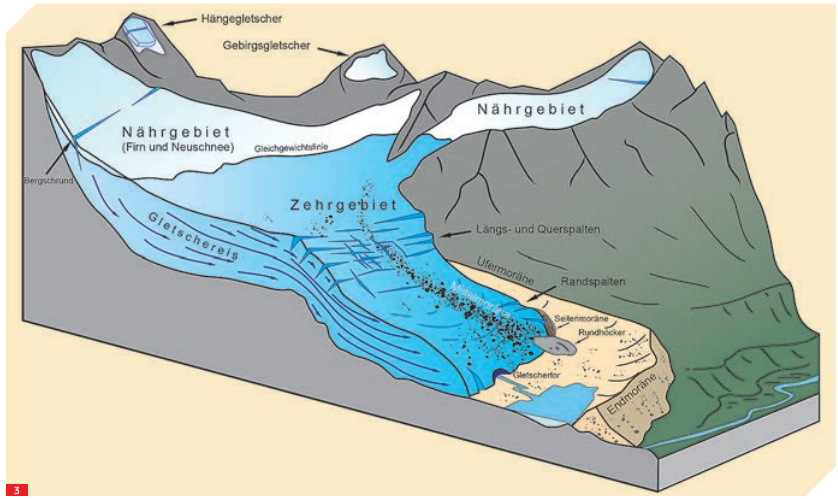

1


2

Glaciers are constantly moving

In 1854 the physicist Albert Mousson explained gravity as the real driving force for glaciers' movement. Ice formed in the glacier's accumulation area flows viscously like thick honey downwards to the valley and brings constantly more ice to the glacial tongue. There, in the ablation area glacial ice melts during summer and autumn.

The velocity of glacial action varies greatly. Depending on thickness and incline alpine glaciers move from 20 up to 200 meters per year. The highest speed of an alpine glacier movement has been recorded on the Great Aletsch glacier underneath the Konkordiaplatz with 200 meters per year. In the Aletschwald (Aletsch forest) area the glacial ice moves only 80 meters per year. Over time the ice at the surface of the accumulation area is sinking in greater depth where it flows considerably slower. Therefore, it takes more than thousand years for an ice grain to travel to the glacier's end! There, at the glacier's end ice velocity decreases. This combined with the unsteady surface results in great tensions: Glacial ice breaks and forms transverse, longitudinal and marginal crevasses.



Gebirgsgletscher (Driestgletscher) 1
Mountain glacier (Driestglacier)

Gletscherfliessen (Grosser Aletschgletscher) 2
Glacier flow (Great Aletsch glacier)

Schematisches Blockbild eines Talgletschers 3
Schematic block diagram of a valley glacier



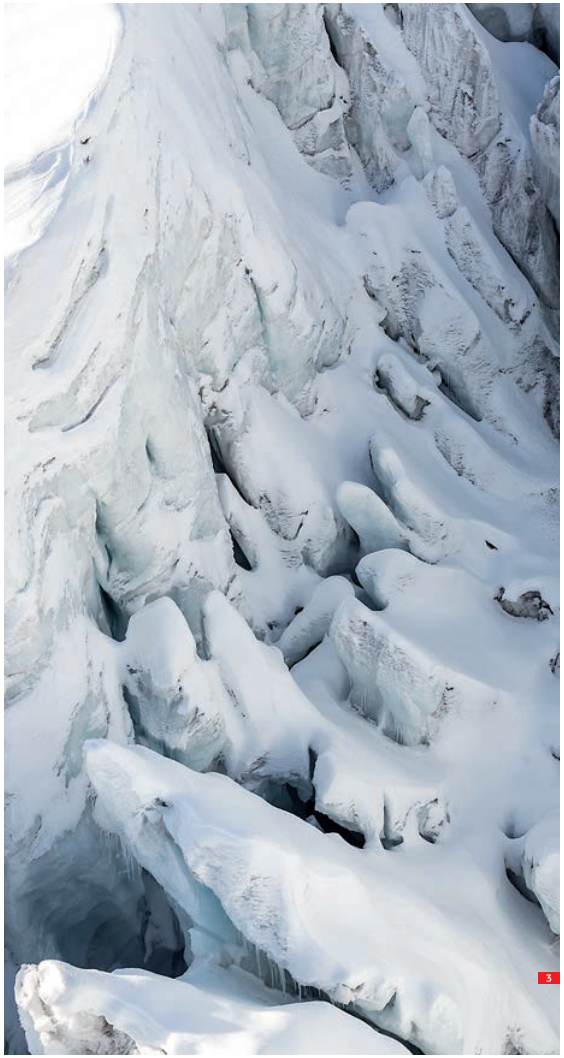


Die Massenbilanz – entscheidend für Vorstoss und Rückzug

Gletscher sind sensible Klimazeiger und reagieren auf klimatische Schwankungen mit einer Änderung ihrer Masse. Entscheidend dafür sind die Mengen an niederfallendem Schnee und die Sommertemperaturen. Die Summe von Eiszuwachs im Nährgebiet und Eisschmelze im Zehrgebiet ergibt die jährliche Massenbilanz eines Gletschers.

Fällt über mehrere Jahre hinweg infolge kühler Witterung viel Schnee und schmilzt der Schnee erst spät im Frühjahr, so erhält die Gletscherzunge mehr Eis, als im Sommer und Herbst wegzuschmelzen vermag: Die Massenbilanz ist positiv und der Gletscher stösst vor. Umgekehrt verliert der Gletscher in wärmeren Jahren mit wenig Schnee mehr Eis, als nachgeführt werden kann: Die Massenbilanz ist negativ und der Gletscher schwindet, wie das heute der Fall ist.

Ein Gletschervorstoss oder -rückzug tritt nach einer Massenänderung erst mit Verzögerung ein. Kleine Gletscher wie beispielsweise der Untere Grindelwaldgletscher reagieren nach nur wenigen Jahren auf veränderte Klimabedingungen. Grössere Gletscher hingegen wie der Grosse Aletschgletscher reagieren träge. Ihre Reaktionszeit auf längerfristige Klimaänderungen wurde auf 20 bis 30 Jahre berechnet.



The mass balance – Determining for advance and retreat

Glaciers are sensitive climate indicators and react to climatic variations with alteration of their mass. The amount of fresh snow and summer temperatures are decisive factors. The sum of ice accretion in the glacier accumulation area and melting glacial ice in the ablation area results in the annual glacier mass balance.

If there is, due to cooler weather over many years, a lot of snow in winter not melting until late spring, the glacier's tongue gets more ice than it could melt away during summer and fall: Then the mass balance is positive and the glacier advances. Conversely, if the glacier retreats during warmer years with less snow, the mass balance is negative as it is happening in recent years.

After a mass balance change a glacier advance or retreat occurs with delay. Small glaciers such as the Lower Grindelwald glacier react to climate changes in shorter time. Larger glaciers like the Great Aletsch glacier are rather slow and their reaction time to longer-term climate changes has been estimated to 20 to 30 years.

Unterer Grindelwaldgletscher 1
Lower Grindelwald glacier

Oberaargletscher 2
Oberaar glacier

Gletscherspalte (Ewigschneefäld) 3
Glacier crevasse (Ewigschneefäld)



Die Vermessung der Gletscher

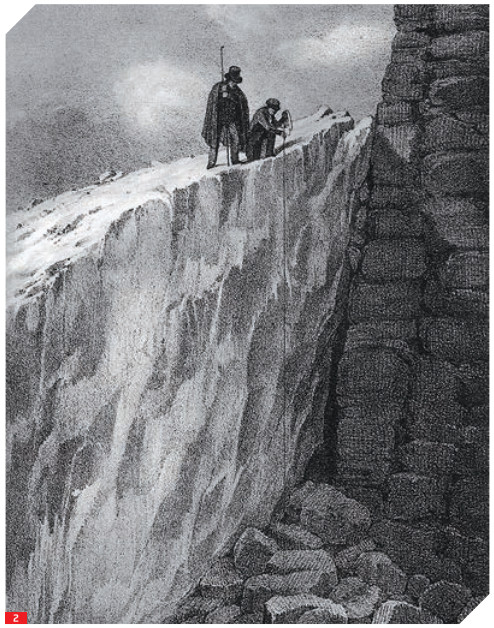
Im Jahr 1773 erkannte ein 15-jähriger Hirtenjunge das Vorstossen des Oberen Grindelwaldgletschers, indem er die Weglänge zwischen dem Zungenende und einem auffälligen Felsblock mit Steinen markierte. Von dieser Beobachtung bis zur systematischen Gletschervermessung war es aber noch ein grosser Schritt. Den Impuls dazu gab in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts der Streit um die Frage, ob einst eine Kälteperiode geherrscht habe, in der alle Gletscher von den Alpen bis weit ins Flachland reichten. Mit dem gängigen, auf die Bibel gestützten Weltbild liess sich diese «Eiszeittheorie» nicht belegen, die der Walliser Ignaz Venetz 1833 erstmals propagierte.

Die systematische Erforschung und Vermessung der Gletscher nahm ihren Anfang mit dem Solothurner Naturhistoriker Franz Josef Hugi, der bereits zwischen 1827 und 1831 auf dem Unteraargletscher Messungen zu Veränderungen der Zungenfront durchführte. Ihm folgte der Freiburger Gletscherforscher Louis Agassiz. Zwischen 1840 und 1845 führte er ebenfalls Untersuchungen auf dem Unteraargletscher durch. In der Schweiz werden seit 1880 die Zungenlängenänderungen der Schweizer Alpengletscher vermessen. Heute umfasst das Gletschermessnetz 122 Gletscher, wovon 15 im UNESCO-Welterbe liegen.

2016 haben sich acht der im Welterbe vermessenen Gletscher zurückgezogen und nur einer (Langgletscher) stiess vor. Von den übrigen sechs Gletschern liegen keine Messwerte vor.

Measuring glaciers

In 1773, a 15-year-old shepherd understood the advance of the Upper Grindelwald Glacier by using stones to mark the distance between the ice front and a striking boulder. It was still a long way to go between this discovery and today's systematic glaciers measuring. In the first half of the 19th century, first impetus was given by controversy on the issue if there was a cold period in which glaciers reached from the Alps until far to the lowlands. This "Ice Age" theory, first publicised in 1833 by the Valais citizen Ignaz Venetz, could not be proven by the common conception of the world based on the Holy Bible.



2

The systematic exploration and measuring of glaciers commenced with the natural historian Franz Josef Hugi from Solothurn, who already conducted a research on the Unteraar Glacier's tongue alteration between 1827 and 1831. The glaciologist Louis Agassiz from Freiburg continued his work: Between 1840 and 1845 he undertook further research on the Unteraar glacier. Since 1880, all Swiss alpine glaciers' tongues length alteration are measured. Today the glacier monitoring network consists of 120 glaciers, whereof 15 are part of the UNESCO World Heritage.

In 2016, 8 of all measured glaciers in World Heritage have retreated, only the Lang Glacier has advanced. For the other 6 glaciers, there were no data available.

«Hotel des Neuchâtelois» auf dem Unteraargletscher (J. Bourckhard, 1840 – Archives de l'Etat Château Neuchâtel, Agassiz-Archiv) 1
"Hotel des Neuchâtelois" on the Unteraar glacier (J. Bourckhard, 1840 – Archives de l'Etat Château Neuchâtel, Agassiz-Archiv)

Höhenmessung der Eisfront (J.Forbes, 1843, Travels through the Alps of Savoy) 2
Measuring the ice front height (J.Forbes, 1843, Travels through the Alps of Savoy)

Gletscher als Landschaftsgestalter

Gletscher gehören zu den wirksamsten Kräften der Natur. Eindrücklich ist die von den eiszeitlichen Gletschern gestaltete Landschaft: tief eingeschnittene U-förmige Täler, Seen und Flussläufe, aber auch Schotterfluren als wichtige Grundwasserträger im Schweizer Mittelland, auf denen sich fruchtbares Ackerland entwickeln konnte.

Einem Fliessband ähnlich verfrachten Gletscher enorme Gesteinsmassen aus dem Nährgebiet. Diese wandern im Innern des Gletschers talwärts, schmelzen im Zehrgebiet aus dem Eis und werden als Moränenschutt abgelagert. Bleibt der Gletscher über mehrere Jahre hinweg stationär, so bilden sich am Gletscherrand Seiten- und Endmoränenwälle. Fliessen zwei Gletscher zusammen, entstehen Mittelmoränen. Die zum Teil imposanten Ufermoränen (ehemalige Seitenmoränen), die das Gletschervorfeld säumen, weisen auf die zahlreichen Vorstossphasen mit Gletscherhochständen hin, wie zum Beispiel auf den Hochstand um 1850/1860.

Der Gletscher bearbeitet auch sein Bett. Feines Gesteinsmehl und Felsbrocken an der Unterseite des Gletschers haben die Felsen geschliffen und gekritzt. Es entstanden rundliche, walfischförmige Felsbuckel, sogenannte Rundhöcker, mit Gletscherschrammen. In den Mulden zwischen den Rundhöckern oder in anderen Eintiefungen im Gletschervorfeld konnte sich Schmelzwasser sammeln und es entstanden kleine Seen, wie der Grünsee am Grossen Aletschgletscher.



1 Rundhöcker (Burg Fieschertal)
Sheepback rocks (Burg Fieschertal)

2 Grünsee (Aletschwald)
Grünsee (Aletschwald)

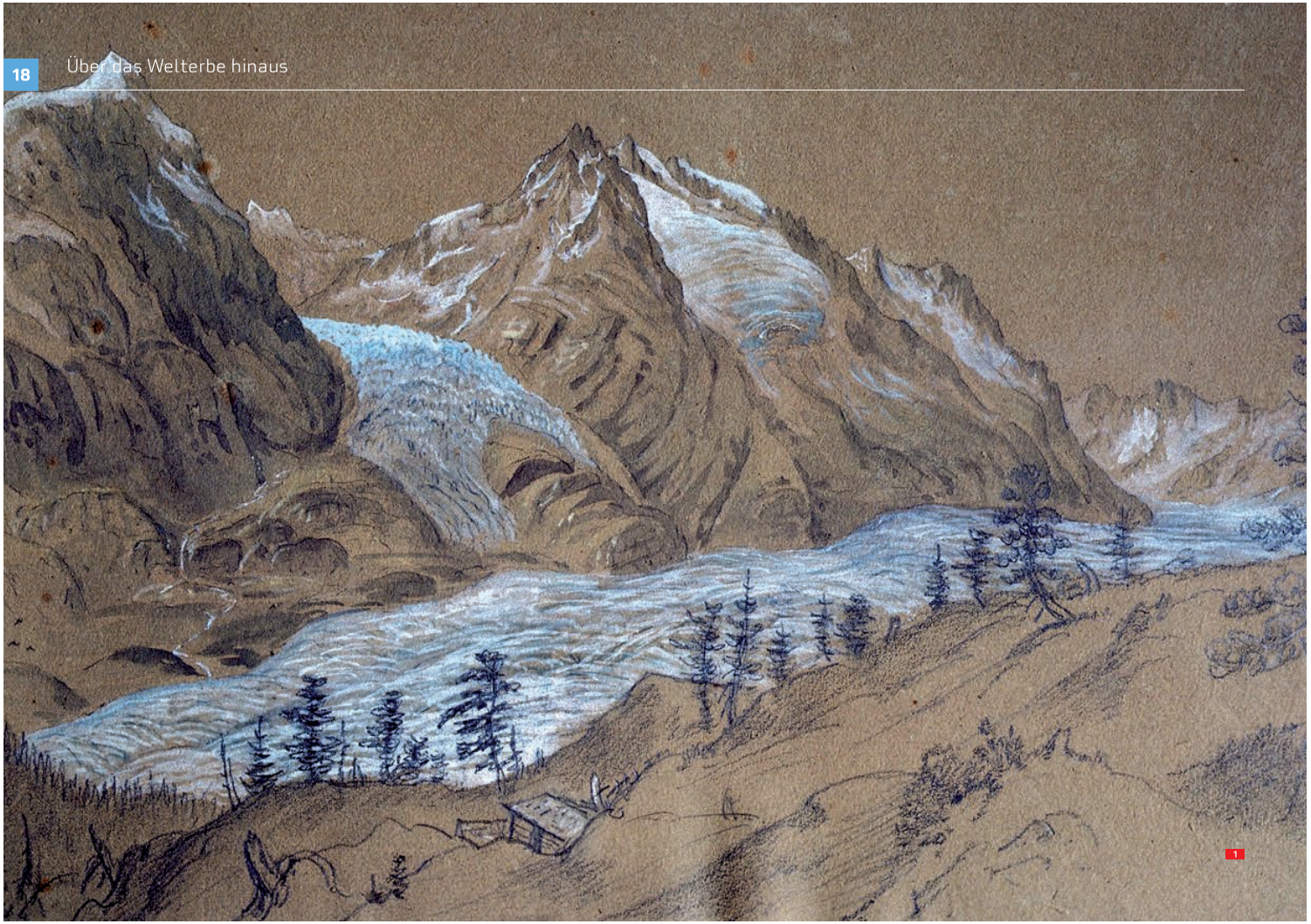
Glaciers are landscape designers

Glaciers are one of the most effective natural forces. The landscape shaped by glaciers is stunning: Deep U-shaped glacial valleys, lakes, rivers and gravel fields as important aquifer in Central Switzerland, where fertile farmland could develop.

Like a conveyor belt, glaciers could move enormous rock masses from the collecting basin. These rocks drift downhill melting out in the ablation zone and deposit as moraine debris. If the glacier is stationary for many years, lateral and end moraines are formed on edge of the glacier. Medial moraines arise when two glaciers merge. Impressive terminal moraines (previously lateral moraines) lining the glacier tongue allude to numerous past glacial advance phases, e.g. the glacial peak around 1850/1860.

Glaciers are also working their bedrock. Fine rock powder and pieces of rock on the bottom side of the glacier smoothed and striated rocks over ages and created round, whale-like rock humps, so-called sheepback rocks with glacial striations. Meltwater collects in hollows between those sheepbacks or other depressions at the glacier forefield and small lakes arose, such as the Grünsee (green lake) at the Great Aletsch Glacier.


2



Gletscher im Spiegel der Kunst

Zeitgleich mit dem Erwachen des wissenschaftlichen Interesses an den Gletschern und mit dem Aufkommen der Reiselust fanden im späten 18. Jahrhundert auch Künstler mit der Darstellung der oftmals bedrohliche Ausmasse annehmenden Eismassen ein Ausdrucksmittel, um die unbändige Kraft der Natur symbolhaft darzustellen. Die damals noch bizarr geformten Eisabbrüche und weit hinab reichenden Gletscherzungen waren bei Künstlern sehr beliebte Motive. Es entstanden Ölbilder, Aquarelle, Zeichnungen und in der Folgezeit auch Lithographien, Stiche und schliesslich die ersten Fotografien und Ansichtskarten. Diese Darstellungen boten den Reisenden die Möglichkeit, ein Abbild der Gletscherwelt im Taschenformat nach Hause zu tragen. Die zum Teil sehr präzisen und topografisch genauen Bilddokumente geben Aufschluss über das Gletschergeschehen im Alpenraum der letzten Jahrhunderte.

Buchtipp:
«Die Grindelwaldgletscher – Kunst und Wissenschaft»
Zumbühl H. J. et al. (Hrsg.), 2016, Haupt Verlag Bern

Glaciers in the mirror of art

Simultaneously to the emerging scientific interest for glaciers and the wanderlust in the late 18th century, artists found a way to symbolically express the unbridled power of nature by picturing the often threatening dimensions of glacial ice masses. Bizarrely shaped ice pieces and glacier streams reaching far down were popular motives. Oil paintings, watercolours, drawings were created as well as later on lithographs, engravings, postcards and photographs. Thanks to these techniques travellers were able to bring home a pocket size image of the glacier world. These partly very precise and topographically exact documents provide information about the alpine glacier's history of the last centuries.

Book recommendation:
"Die Grindelwaldgletscher – Kunst und Wissenschaft"
Zumbühl H. J. et al. (Hrsg.), 2016, Haupt Verlag Bern

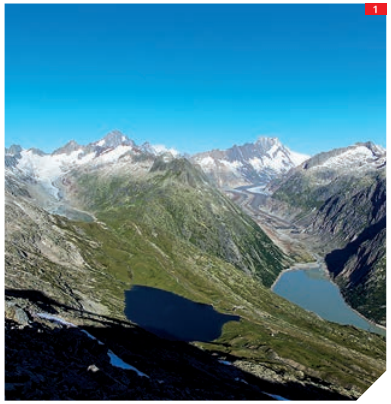


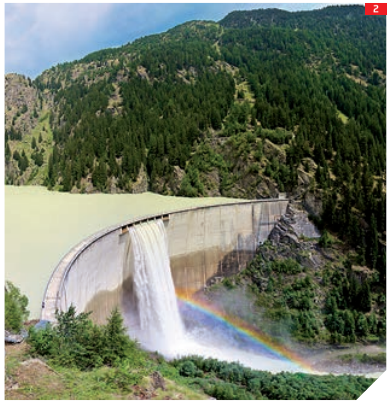


Grosser Aletsch-, Oberaletsch- und Driestgletscher (J. R. Bühlmann, 27. Juni 1835 – Graphische Sammlung ETH Zürich) 1
Great Aletsch glacier, Oberaletsch glacier and Driest glacier (J. R. Bühlmann, 27. Juni 1835 – Graphic collection ETH Zürich)

Zungenende des Grossen Aletschgletschers 1849 (H. Hogard, 1858 – 1862: Recherches sur les glaciers …) 2
Ice front of the Great Aletsch glacier 1849 (H. Hogard, 1858 – 1862: Recherches sur les glaciers …)

Der vorstossende Untere Grindelwaldgletscher mit dem Mettenberg (C. Wolf 1777 – Kunstmuseum Bern, Verein der Freunde) 3
The advancing Lower Grindelwald glacier with the Mettenberg (C. Wolf 1777 – Museum of Art, Berne, Association of Friends)


1


2

Wasser für die Elektrizität und die Walliser Landwirtschaft

Gletscher sind Teil des Wasserkreislaufs und als wichtige Wasserspeicher kontrollieren sie die Wasserverfügbarkeit im Alpenraum. Die Einlagerung von Wasser erfolgt im Winter in Form von Schnee, der sich im Laufe der Jahre zu Firn und schliesslich zu Eis verdichtet. Im Sommer und Herbst fliesst Schmelzwasser ab. Als Zwischenspeicher garantiert der Gletscher auch in Trockenperioden einen gleichmässigen Abfluss. Durch den Verlust der Gletscher als ausgleichende Wasserspeicher gerät der Wasserhaushalt aus dem Gleichgewicht. Dies hat nicht nur für die Natur und die Landwirtschaft Folgen, sondern auch für die Wasserversorgung und die Wasserkraft und somit die Energieversorgung.

Die Schweiz als Wasserschloss Europas deckt heute rund 60 Prozent des Bedarfs an Elektrizität durch Wasserkraft. Eine wichtige Rolle spielen dabei die inneralpinen Stauseen, die Gletscherwasser sammeln und Turbinen zuführen, die es in Strom umwandeln. Im Welterbe finden sich die beiden Stauseen am Oberaar- und Unteraargletscher sowie der Gebidum-Stausee im Aletschgebiet, der vom Abfluss des Grossen Aletschgletschers, der Massa, gespiesen wird.

Studien über den zukünftigen Wasserhaushalt von stark vergletscherten Einzugsgebieten zeigen, dass in den nächsten Jahren die Jahresabflüsse wohl ansteigen werden und so kurzfristig die Energiewirtschaft positiv beeinflussen. Längerfristig ist jedoch bereits ab Mitte dieses Jahrhunderts mit einer Abnahme der Schmelzwassermenge zu rechnen. Drei Viertel der Wasservorräte, welche in den Gletschern gespeichert sind, sind bis 2050 wahrscheinlich verschwunden und die Wassermenge für die Stauseen wird sich dann massiv verringern. In Zukunft muss mit Engpässen in der hydroelektrischen Energieproduktion gerechnet werden.

Die Bewirtschaftung der Speicherseen und der Kraftwerke muss deshalb angepasst werden, das heisst: Entsprechende Speichermöglichkeiten müssen geschaffen werden, zum Beispiel der Ausbau bestehender Stauseen und der Bau von neuen Pumpspeicherkraftwerken, was aber einen erheblichen Eingriff in die Ökologie und ins Landschaftsbild bedeutet. Eine weitere Möglichkeit bietet die Nutzung von Seen, die infolge des Gletscherschwundes in den Gletschervorfeldern entstehen werden.



Auch die Veränderung der Schneedecke durch steigende Temperaturen wirkt sich auf die Wasserverfügbarkeit sowie den Energiesektor mit seinen Wasserkraftwerken aus. Die als Schnee gespeicherte Wassermenge könnte bis 2085 um zwei Drittel abnehmen und den Abfluss, vor allem im Frühjahr und im Sommer, drastisch verringern. Die Abnahme der sommerlichen Niederschläge verschärft die Situation zusätzlich. Die verfügbare Wassermenge wird dadurch im Sommer und im Herbst abnehmen, vor allem in den vermehrt zu erwartenden Trockenperioden. Dies führt zu einem steigenden Bewässerungsbedarf, insbesondere im Wallis. Das Schmelzwasser der Gletscher ersetzt im Wallis während des Sommers fehlende Niederschläge. Seit Jahrhunderten führen die Menschen mit grösster Anstrengung das kostbare Nass in langen Leitungen, den Suonen oder Bisses, auf die trockenen Wiesen. Bekannt sind die Suonenlandschaften an der Lötschberg-Südrampe. Das trübe und lebenswichtige Gletscherwasser (Gletschermilch) wird noch heute bei den Landwirten sehr geschätzt, weil es wichtige Mineralstoffe mitführt und dadurch eine positive Wirkung hat. Sind die Gletscher weggeschmolzen, so versiegt auch diese Quelle. Die Wasserleitungen werden ihren Dienst nicht mehr erfüllen können und die Wiesen vertrocknen.

Grimselgebiet 1
Grimsel area

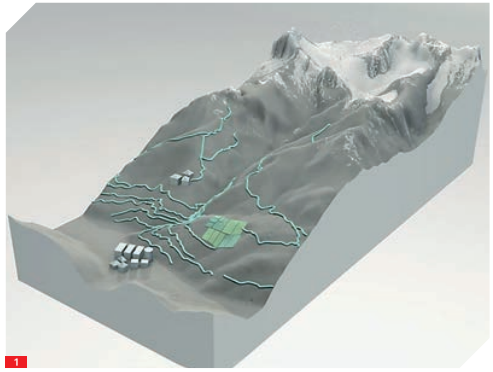
Stausee Gebidum (Blatten bei Naters) 2
Artifical Gebidum dam (Blatten near Naters)

Suone Wyssa (Mund) 3
Suone Wyssa (Mund)

Water for electricity and agriculture in Valais

Glaciers are part of the hydrological circle and as important water reservoirs they control the availability of water in the Alpine region. During winter, water is stored as snow, which transforms into firn and through the years finally compresses to ice. In summer and autumn meltwater runs off. As intermediate reservoir glaciers provide a consistent outflow even during dry seasons.

The loss of glaciers as water reservoirs causes an imbalance of the hydrological circle. This has serious consequences, not only for nature and agriculture, but also for hydropower and energy provider.



1 Wasserleitungen im Baltschiedertal
Water pipelines in Baltschieder valley

2 Eisabbau am Unteren Grindelwaldgletscher um 1912
Ice quarrying at the Lower Grindewald glacier around 1912

Switzerland is the moated castle of Europe and covers 60 percent of its demand for electricity by hydro energy. The Inner Alpine water reservoirs play an important role when it comes to collecting glacial meltwater, carrying it to turbines in order to convert it into electricity. The World's Heritage includes both reservoirs at Upper and Lower Aar glacier and the Gebidum reservoir in the Aletsch area, which is fed by the Massa, the outflow of the Great Aletsch glacier.

Studies on future water balance of strongly glaciated drainage areas show that annual outflows will probably increase over the next few years and have beneficial effects on the energy sector in the short term.

In the long-term, a decrease of the amount of meltwater is expected to happen from the middle of this century. In 2050, three-fourths of water supply stored in glaciers will probably have disappeared and the amount of water in reservoirs will be massively reduced. In the future, bottlenecks in hydroelectric energy production have to be expected.

Therefore, adjustment of water reservoir and power plant management is required including provision of new storage possibilities such as expansion of existing water reservoirs and building new pumped-storage power plants which also has significant impact on ecology and landscape. Using lakes filled up as consequences of retreating glaciers may be another option.

Furthermore, changes in snow layer due to increasing temperatures also affect the water availability as well as the energy sector and its hydropower plants. Until 2085, the amount of water stored as snow could decrease by two-thirds and dramatically reduce the glacial outflows, especially during spring and summer. Additionally, declining summerly precipitations intensify this situation. Water supply will diminish in summer and autumn, especially during anticipated dry seasons. Particularly in Valais, this leads to an increasing need for irrigation. Here, glacial meltwater substitutes missing rainfalls during summer. For hundreds of years and with greatest effort, humans bring water via long pipelines, so-called "Suonen" to the dry meadows. The Suonen landscapes of Lötschberg-Südrampe are very famous. Until today, the turbid water essential for life ("glacier milk") is highly appreciated by farmers as it contains vital minerals and, therefore, has a positive effect. Once the glaciers have melted away, this source will run dry as well. Water pipeline won't be of any use and meadows will dry up.



2

Von den «abscheulichen Eisbergen» zur Touristenattraktion

Im Zeitalter der Aufklärung begann auch die vergletscherte Alpenwelt in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen und touristischen Interesses zu rücken. Bereits im 16. Jahrhundert fanden erste Beschreibungen von Gletschern Einzug in Landesbeschreibungen. Im 18. Jahrhundert erschienen dann die ersten wissenschaftlichen Abhandlungen und Werke, die sich hauptsächlich mit den Gletschern befassten und teilweise auch mit ersten Ansichten illustriert waren. Diese weckten zweifellos die Neugier an den «Eisgenossen» und lockten erste Künstler und Touristen in die Alpenwelt. Im 19. Jahrhundert erfreuten sich Reisende aus ganz Europa, vorab aus England, am Anblick der Gletscher,





die an manchen Orten bis in die Nähe von Dörfern und in kultiviertes Land vorstiessen. So kann der Ursprung des Tourismus in Grindelwald auf die Gletscher zurückgeführt werden.

Eisgrotten in den leicht zugänglichen Grindelwaldgletschern ermöglichten im 19. Jahrhundert auch den Damen der feinen Gesellschaft den Eintritt ins Innere eines Gletschers. Heute gibt es diese Eisgrotten nicht mehr, da sich die beiden Grindelwaldgletscher in unwegsames Gelände zurückgezogen haben.

1 Eisgrotte im Eigergletscher um 1900
Ice grotto in the Eiger glacier

2 Station Wengernalp
Station Wengernalp

3 Seracs am Eismeer
Seracs at Eismeer





3

From “horrible ice mountains” to tourist attraction

In the Age of Enlightenment the glaciated alpine world moved into the centre of scientific interest and tourism. In the 16th century already first depictions of glaciers became part of country descriptions. The first scientific works and discourses about glaciers were printed in the 18th century. Sometimes they were even illustrated and doubtlessly aroused interest for the “ice comrades”. They attracted first artists and tourists to visit and see the alpine world. In the 19th century travellers from all over Europe, but mainly from England, came to admire the glaciers that, in some places, advanced in the vicinity of villages and cultivated fields. The origin of tourism in Grindelwald is related to the glaciers.

Ice grottos in the easily accessible Grindelwald glaciers allowed high society ladies to enter the inside of a glacier. These grottos do not longer exist; both glaciers retreated back to impassable terrain.

Der Gletscher als ungemütlicher Nachbar

Während der sogenannten Kleinen Eiszeit (ca. 1300–1850/1860) stiessen die Alpengletscher mehrmals zu Hochständen vor, schreckten die Leute auf und zerstörten Wald sowie wertvolles Kultur- und Weideland. Die Talbewohner verstanden diese Bedrohung als Strafe Gottes für sündhaftes Verhalten. Um dem Anwachsen des Fieschergletschers entgegenzutreten, legten die Talbewohner der Sage nach ein Gelübde zur Tugendhaftigkeit ab. Im Jahr 1652 führten die Bewohner der Gemeinde Fieschertal eine Prozession durch, um dem vorstossenden Gletscher Einhalt zu gebieten. Ein Jahr später, 1653, erfolgte eine gletscherbannende Prozession zum Grossen Aletschgletscher. Im Jahr 1818 errichtete man am Grossen Aletschgletscher gar Holzkreuze, um den Gletscher am Vordrängen zu hindern.

Auch die Ausbrüche des eisgestauten Märjelensees waren gefürchtet. Die talwärts stürzenden Wassermassen – bis zu zehn Millionen Kubikmeter – verursachten im Rhonetal von Bitsch bis nach Brig hinab grossen Schaden. Selbst in Sitten stieg die Rhone noch bis zu anderthalb Meter an. Heute ist die Gefahr gebannt, da der Grosse Aletschgletscher stark zurückgeschmolzen ist und sich die Eisoberfläche gesenkt hat, sodass sich das Wasser nicht mehr gefährlich hoch aufstauen kann.


1


2

The Glacier - An inconvenient neighbour

During the Little Ice Age (around 1300 to 1850/1860) alpine glaciers advanced many times to glaciation peaks, frightened the population and destroyed forests, valuable cultivated land and meadows. The valley inhabitants understood this threat as God's punishment for their sinful behaviour. Legend tells the valley people took a vow of virtuousness to stop the advance of the Fiescher glacier. In 1652 the people at Fieschertal village marched in procession to stop the glacier's advance. A year later, in 1653, a similar procession led to the Great Aletsch glacier. In 1818 wood crosses were set up at the Great Aletsch glacier for the same purpose to stop the glacial advance.

Everyone feared the outburst of the glacial lake, lake Märjelen. Its water masses – up to ten million cubic meters – streaming downhill and devastating the landscape in the Rhone valley from Bitsch to Brig. Even in Sitten, the Rhone river rose by one and a half meters. Today, the danger is averted as the Great Gletsch glacier strongly melted, the ice surface lowered and water cannot dangerously accumulate anymore.



Märjelensee (J. R. Bühlmann, 1835 – Graphische Sammlung ETH Zürich) 1
Märjelen lake (J. R. Bühlmann, 1835 – Graphic collection ETH Zürich)

Unterer Grindelwaldgletscher (G. Barnard, 1842 / 1843, Scenes and incidents of Travel in the Bernese Oberland) 2
Lower Grindelwald glacier (G. Barnard, 1842 / 1843, Scenes and incidents of Travel in the Bernese Oberland)

Gletscherkreuz von 1818 im Aletschji 3
Glacier cross 1818 in Aletschji

Schwindende Gletscher – Berghänge rutschen und gefährliche Seen entstehen

Die Gefährdung der Talbewohner durch Gletscher ist auch heute nicht gebannt: Gletscher- und Eisstürze, Wasserausbrüche und Hanginstabilitäten entstehen und können riesige Schäden verursachen. Auch die Entstehung neuer Seen als Folge des Gletscherschwundes birgt ein grosses Gefahrenpotential.

Ein Inventar gefährlicher Gletscher soll das Ausmass von Gletscherkatastrophen reduzieren. Zur Vorhersage eines Eisabbruchs werden Früherkennungssysteme eingerichtet. An Pegeln im Eis werden Verschiebungen regelmässig vermessen, wodurch der Zeitpunkt des Eisabbruches recht genau berechnet werden kann.

Seit dem Ende der Kleinen Eiszeit um 1850/1860 haben die Gletscher massiv an Fläche und Volumen eingebüsst und für die Talflanken ging das Eis als Widerlager verloren. Je nach den topografischen und geologischen Verhältnissen entwickelten und entwickeln sich durch gravitative Bewegungen Hanginstabilitäten, was zu kleinräumigen Sackun-



1 Rutschung Moosfluh
Landslide Moosfluh

2 Rutschung Moosfluh (Kalkofen)
Landslide Moosfluh (Kalkofen)

gen und Felsstürzen, ja im schlimmsten Fall zu Bergstürzen führen kann. Mit einer grossräumigen Felsbewegung sieht man sich momentan am Grossen Aletschgletscher bei der Moosfluh konfrontiert. Insgesamt sind dort auf einer Fläche von ca. 2 km^2 zwischen 100 und 150 Millionen Kubikmeter Fels in Bewegung. Im Oktober 2016 wurden Hangbewegungen zwischen 10 Zentimetern und einem Meter pro Tag gemessen. Meterbreite und -tiefe Spalten taten sich dabei auf. Inzwischen hat sich die Rutschung etwas verlangsamt.

Auch die zum Teil hohen und während der Nacheiszeit seit 11'700 Jahren aufgeschütteten Ufermoränen werden instabil, wie das Beispiel am Unteren Grindelwaldgletscher bei der Stieregg gezeigt hat. Im Jahr 2005 sind dort 650'000 m^3 Moränenmaterial abgerutscht und haben einen gefährlichen See aufgestaut, der Teile von Grindelwald zu überschwemmen drohte. Diese Gefahr wurde durch den Bau eines Entlastungsstollen gebannt.

Durch den Schwund der Gletscher wird sich die Landschaft in den Alpen nachhaltig verändern. Dort wo heute noch Eis das Gelände bedeckt, werden sich im felsigen Untergrund oder im lockeren Moränenschutt bis zum Ende des Jahrhunderts 500 bis 600 kleinere und grössere Seen bilden, einige sind bereits entstanden (z. B. beim Trift- und Rhonegletscher). Manche dieser Seen können gefährlich werden. Felsstürze aus den umgebenden steilen Talflanken können riesige Flutwellen auslösen und so Ortschaften gefährden. Am Grossen Aletschgletscher, wo die grössten neuen alpinen Seen entstehen werden, vereinzelt mit einem Volumen von über 150 Millionen m^3, sind dies die Ortschaften Naters und Brig. Andererseits bietet sich die Chance zur Nutzung dieser Seen für die Trinkwasserversorgung, die Bewässerung, für die Stromproduktion und nicht zuletzt auch für den Tourismus.



2



1 Gauligletschersee
Gauli glacier lake

2 Gletschersee und Felssturz am Unteren Grindelwaldgletscher, 2008
Glacier lake and rock fall at the Lower Grindelwald glacier, 2008

Retreating glaciers – Sliding mountain sides and dangerous lakes

Today, danger for valley people has not been completely averted: Glacier slides and ice avalanches, water eruptions and instable mountain sides may arise and cause immense damage. As consequences of glacial retreat new lakes emerge and involve potential risks of danger.

An inventory of high-risk glaciers should reduce endangerment by glacial catastrophes. Early warning systems are established to predict ice avalanches. Continuous monitoring and recording of glacial movements measured by sensors enables scientist to calculate the point of ice collapse fairly accurate.

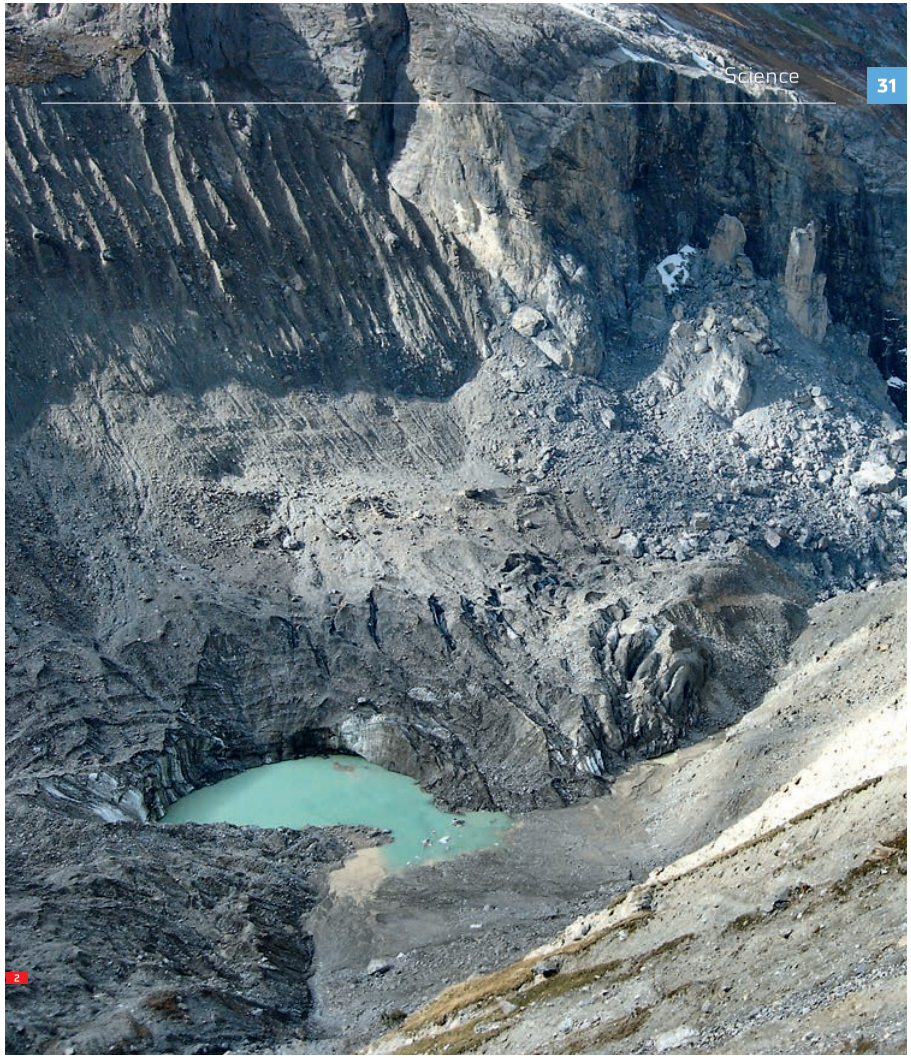
Since the end of the Little Ice Age around 1850/1860 glaciers forfeited mass and volume. Valley flanks lost the glacial ice as their abutment. Due to gravitative movements and depending on topographic and geological circumstances, mountain side instabilities have developed, which may lead to small-sized settlements and rockfalls or, in worst case, landslides.

Currently, we are facing a big-sized rock movement at the Great Aletsch glacier next to Moosfluh: Within an area of 2 square kilometers 100 to 150 million cubic meters rocks are moving, resulting

in breaks and gaps of several meters in width and depth. In October 2016, scientists measured velocities of 10 centimetres up to 1 metre per day. Meanwhile, the landslide has slowed down.

Even lateral moraines from the post-glacial period since 11,700 years ago are becoming instable, e.g. at the Lower Grindelwald glacier near Stieregg. In 2005, 650,000 cubic meters of moraine material slid off and dammed a dangerous lake threatening to flood parts of Grindelwald. To eliminate this risk, a flood tunnel was built.

Glacial retreat will significantly change the Alpine landscape. Where glacial ice still covers the terrain today, until the end of this century there will emerge 500 to 600 small or larger lakes in loose moraine debris or rocky underground. Some of them already exist (e.g. at the Trift glacier and Rhone glacier). A few may be dangerous. Rockslides from the valley flanks may cause huge flood waves and endanger villages. Probably the biggest lakes with a volume of more than 150 million cubic meters will arise under the Great Aletsch glacier and become high risks for Naters and Brig. On the other hand, using these lakes might be great options for drinking water and power supply and even for tourism.


2

Die Gletscher schwitzen – werden sie verschwinden?

Gletscher zählen zu den aussagekräftigsten Klimaindikatoren. Der weltweite Gletscherschwund stellt ein direktes und leicht sichtbares Signal der seit Mitte des letzten Jahrhunderts voranschreitenden globalen Temperaturerhöhung dar, die im Mittel mit 0,78 °C beziffert wird. In der Schweiz stieg die Temperatur durchschnittlich um ca. 1,8 °C, in den Alpen sogar um 2 °C, an und liess die Eisströme in erheblichem Masse schmelzen. Der anhaltende und heute beschleunigte Gletscherschwund hat das Erscheinungsbild der Alpen tiefgreifend verändert und wird es zweifellos weiter verändern. Der Klimawandel ist nirgends so deutlich sichtbar und erlebbar geworden wie in den Gletscherregionen der Alpen. Es entstanden neue eisfreie Flächen, die Gletschervorfelder, die je nach Höhenlage kahl sind oder allmählich wieder von der Vegetation eingenommen werden.

Klimaänderungen, das heisst Warm- und Kaltphasen, gab es allerdings schon früher. Innerhalb der Nacheiszeit in den letzten 11'700 Jahren wechselten sich in unregelmässigen Zeitabständen damit verbundene Gletschervorstoss- und Schwundphasen ab. Schwundphasen wie die heutige sind so gesehen nichts Aussergewöhnliches. Doch der seit dem letzten Gletscherhochstand um 1850/1860 anhaltende und heute beschleunigte Schwund der Alpengletscher gibt Anlass zur Beunruhigung.

Die globale Erwärmung ist einerseits auf natürliche Schwankungen des Klimas zurückzuführen, aber auch der Mensch hat nachgewiesenermassen in das Klimageschehen eingegriffen: Der seit Mitte des 20. Jahrhunderts beobachtbare Temperaturanstieg ist nicht mehr ohne den durch den Menschen verursachten Anstieg der Treibhausgase (v. a. CO_2 und Methan) zu erklären.

Die Konsequenzen der Klimaerwärmung auf die Alpengletscher sind beträchtlich. Betrug die Fläche der Schweizer Gletscher um 1850 noch 1'735 km^2, so schrumpfte sie bis heute um knapp 50 % auf 890 km^2. Im selben Zeitraum haben die Alpengletscher fast zwei Drittel ihres Eisvolumens (von 130 km^3 auf 54 km^3) eingebüsst. Rund ein Drittel der Gesamtgletscherfläche, nämlich 284 km^2, und fast die Hälfte des Gletschervolumens der Schweiz (rund 25 km^3) befinden sich im UNESCO-Welterbe Swiss Alps Jungfrau-Aletsch.

1 Der Grosse Aletschgletscher um 1860 (Historisches Foto von F. Martens – Alpine Club London)
The Great Aletsch glacier around 1860 (Historic Photograph by F. Martens – Alpine Club London)

2 Der Grosse Aletschgletscher im Jahr 2017
The Great Aletsch glacier in 2017

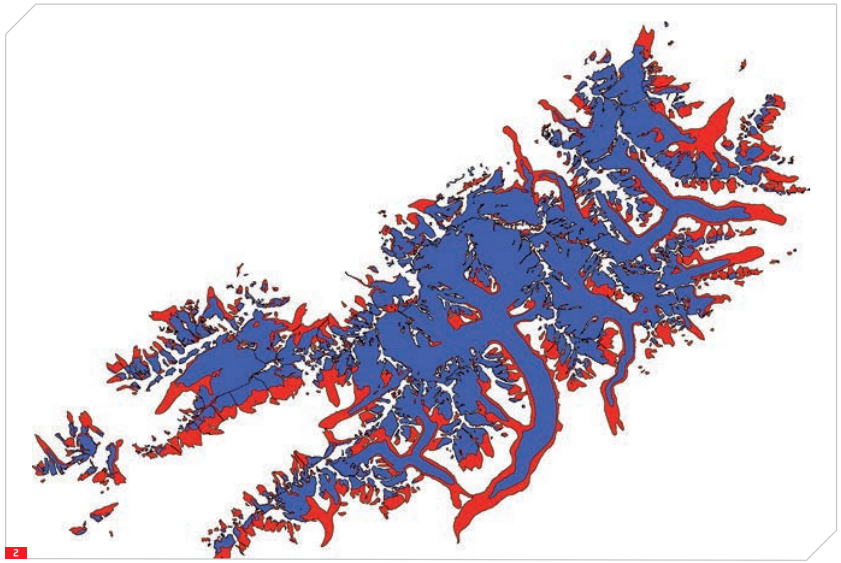


1



2

Den Klimaszenarien zufolge könnte die Fläche der Alpengletscher bis 2050 um ungefähr drei Viertel weiter abnehmen. Bis Ende des 21. Jahrhunderts geht man von einer Erhöhung der Temperatur von 3 – 5 °C gegenüber heute aus. Selbst mit den grössten Anstrengungen zur CO_2-Reduktion würden 80 bis 90 Prozent der Eismassen bis ins Jahr 2100 verloren gehen. Firn- und Gletscherflecken sowie die meisten kleineren Gletscher im Welterbe sind dann grösstenteils verschwunden. Am Ende des 21. Jahrhunderts sind nur noch die grössten Gletscher auf der Landkarte zu finden, allerdings werden von ihnen nur noch Reste in hochgelegenen Regionen übrig sein.



2

The glaciers are sweating – Will they disappear?

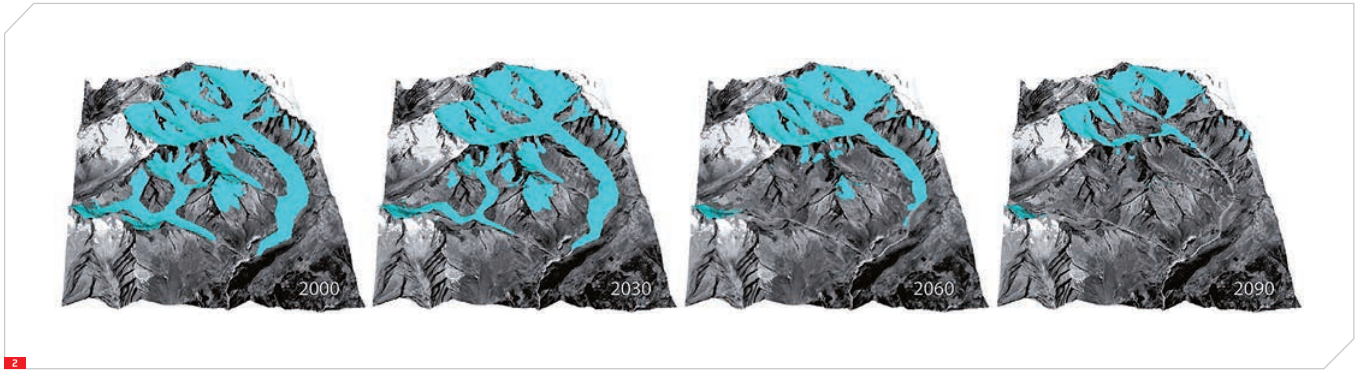
Glaciers are one of the most meaningful climate indicators. The global glacier retreat is a direct and easily visible symbol for the increasing global warming of 0.78 °C on average since the middle of the last century.

In Switzerland temperature has risen by 1.8 °C, in the Alpine Region even by 2.0 °C and let glacial ice streams melt substantially.

The ongoing and even increasing glacier retreat has radically changed the alpine landscape and will undoubtedly continue to do so. Climate change can nowhere else as evidently be seen and experienced as in the glacial area of the Alps: Emerging ice-free zones, glacier forefields which depending on altitude remain bare or become covered by vegetation.

There have always been climate changes, warm and cold phases. During the post-glacial period (last 11,700 years) phases of glacier advance and retreat are alternating at irregular intervals. In this respect, the current glacier retreat phase is nothing particularly unusual. However, the ongoing and accelerated retreat since the last glacier peak in 1850/1860 is cause for concern.

On the one hand, global warming is ascribed to natural climate fluctuations. On the other hand, it is proven that the observable rise in temperature cannot be explained without the increase of greenhouse gases (particularly, CO_2 and methane) caused by humans.



2

Consequences for Alpine glaciers are significant. In 1850, the Swiss glacial area was 1,735 square kilometers, until today it shrank by almost 50 % to only 890 square kilometers left. Over the same period, Alpine glaciers lost almost two-thirds of their volume (from 130 cubic kilometer to only 54 cubic kilometer). About one-third of total glacial area, the amount of 284 square kilometers, and almost half of the glacier volume (ca. 25 cubic kilometers) in Switzerland belong to the UNESCO World Heritage Swiss Alps Jungfrau-Aletsch.

According to climate scenarios, until 2050 the Alpine glacial area could further decrease by three-fourths. Until the end of the 21st century a temperature rise of 3 – 5 °C compared to today is expected.

Even with the greatest effort to reduce CO_2, the Alpine glacial ice would decrease by 80 – 90 % anyway until 2100. Most firn glaciers and glacial spots in the World Heritage will be gone by then. By the end of the 21st century, only the largest glaciers will be found on the map, though merely glacial remnants in high-altitude regions.

Gletscherfläche im Welterbe 1
(rot 1850 – blau 2010)
Glacier surface in the World Heritage
(red 1850 – blue 2010)

Entwicklung des Grossen Aletschgletschers und kleinerer Gletscher bis 2100 (nach G. Jouvet et al. 2011, D. Farinotti et al. 2011) 2
Evolution of the Great Aletsch glacier and smaller glaciers until 2100 (nach G. Jouvet et al. 2011, D. Farinotti et al. 2011)





Mein Welterbe – Unser Stolz

Der Grosse Aletschgletscher und das weltberühmte Dreigestirn Eiger, Mönch und Jungfrau repräsentieren das Herz des UNESCO-Welterbes Swiss Alps Jungfrau-Aletsch. Von mediterran anmutenden Steppenlandschaften bis zu Gletschern erstreckt sich das Gebiet über alle Vegetationsstufen.

Die Verbindung von Wissen und Erlebnissen eröffnet einen neuen Zugang zu den reichen Schätzen und Geheimnissen des Welterbes und schafft Bewusstsein für unser gemeinsames Erbe. Es stellt sich die zentrale Frage: Was trage ich persönlich zur Förderung dieses Erbes bei und wie geben wir dieses Erbe der nächsten Generation weiter?

Die Stiftung UNESCO-Welterbe Swiss Alps Jungfrau-Aletsch setzt jährlich Aufwertungs- sowie Erhaltungsprojekte um. Im Bildungsprojekt «AlpenLernen» wird bereits Schulkindern ein nachhaltiger Umgang mit unserer einmaligen Landschaft vermittelt.

Engagieren auch Sie sich für das UNESCO-Welterbe Swiss Alps Jungfrau-Aletsch und helfen Sie mit beim Erhalt dieser aussergewöhnlichen Natur- und Kulturlandschaft. Werden Sie Welterbe-Botschafter und profitieren Sie gleichzeitig von verschiedenen Vorteilen.

www.jungfraualetsch.ch/botschafter





My World Heritage – Our pride

The Great Aletsch Glacier and the three world-famous peaks Eiger, Mönch and Jungfrau are the core of the UNESCO World Heritage Swiss Alps Jungfrau-Aletsch. Impressive high mountains and the surrounding cultural landscape have a dynamic symbiotic relationship. The area stretches from the rocky steppes with a mediterranean character to the glaciers.

By connecting knowledge and experience new access is given to the treasures and secrets of the World Heritage and awareness of our common heritage is created. An important question arises: How can I personally contribute to promote this heritage and transmit it to the next generation?

The Foundation UNESCO World Heritage Swiss Alps Jungfrau-Aletsch implements every year restoration and conservation projects. In the education project "AlpenLernen" schoolchildren learn about the sustainable use of our unique landscape.

Join our commitment for the UNESCO World Heritage Swiss Alps Jungfrau-Aletsch and help us to protect this outstanding natural and cultural landscape. Become a World Heritage Ambassador and benefit from a variety of advantages.

www.jungfraualetsch.ch/ambassador

Eiger, Mönch und Jungfrau 1
Eiger, Mönch and Jungfrau

Gschwantenmad, Reichenbachtal 2
Gschwantenmad, Reichenbach valley

Bietschhorn 3
Bietschhorn

Grosser Aletschgletscher 4
Great Aletsch glacier





World Nature Forum

Das World Nature Forum in Naters ist das neue Besucherzentrum des UNESCO-Welterbes Swiss Alps Jungfrau-Aletsch. In der interaktiven Ausstellung erleben Sie das Welterbe mit allen Sinnen und tauchen in die spannende und vielseitige Welt der Alpen ein. Highlight der Ausstellung ist das grosse Panorama-Kino, in dem auf einer 100 m^2 grossen Leinwand nie gesehene Filmszenerien aus dem UNESCO-Welterbe die Besucher begeistern.

Die Alpen sind in Gefahr! Sie verlieren als Wirtschaftsraum an Bedeutung, die Landwirtschaft in den Berggebieten stirbt aus und der Klimawandel bringt nicht abschätzbare Veränderungen und Herausforderungen mit sich. Wie werden in Zukunft die Wiesen bewässert, wenn die Gletscher verschwunden sind? Wie erhalten wir die Bräuche, Dialekte und unser gesamtes Kulturgut? Wie soll sich der Tourismus ausrichten, wenn im Winter der Schnee ausbleibt?

Mit solchen und vielen anderen Fragestellungen setzt sich die Ausstellung im World Nature Forum auseinander. Das World Nature Forum befindet sich auf dem Aletsch Campus in Naters, nur fünf Gehminuten vom Bahnhof Brig entfernt. Falls Sie mit dem Auto anreisen, stehen Ihnen im öffentlichen Parkhaus «Aletsch Campus» an der Kehrstrasse in Naters Parkplätze zur Verfügung.

www.worldnatureforum.com

World Nature Forum

The World Nature Forum in Naters is the new visitor center of the UNESCO World Heritage Swiss Alps Jungfrau-Aletsch. In the interactive exhibition visitors experience the World Heritage with all their senses and immerse into the thrilling and varying sceneries of the Alps. The Panorama cinema is the highlight of the exhibition, with a screen of 100 m^2, where spectacular scenes from the World Heritage will excite the visitors.

The Alps are at risk! Alpine space loses its importance as economic territory, agriculture in mountain areas is weakening and climate change will bring unforeseen transformations and new challenges. How will meadows be irrigated once the glaciers have disappeared? How can we preserve the traditions, languages and the entire cultural heritage? How will tourism reorientate once there is no snow in winter time?

This exhibition in the visitor centre addresses these and similar questions. The World Nature Forum is situated on the Aletsch Campus in Naters only 5 minutes walking distance from the Brig railway station. For visitors arriving by car, parking spaces in the public parking "Aletsch Campus" at the Kehrstrasse in Naters is available.


3

www.worldnatureforum.com

Sagengrotte 1
Cave of legends

World Nature Forum 2
World Nature Forum

Panorama-Kino 3
Panorama cinema



Wissen zum Welterbe

Aufbereitet in 19 Broschüren, an den Infopunkten in den Welterbe-Gemeinden, auf den zwei Webseiten **mySwissalps.ch** und **jungfraualetsch.ch** sowie im Besucherzentrum World Nature Forum bieten wir Ihnen einen umfassenden Einblick in die einzigartige Natur- und Kulturlandschaft des UNESCO-Welterbes Swiss Alps Jungfrau-Aletsch. Ob zuhause, in der Welterbe-Region oder im Besucherzentrum – spannende Geschichten und überraschende Informationen warten auf Sie. Gehen Sie los und entdecken Sie das Welterbe neu.

Facts about the World Heritage

We offer a comprehensive insight into the unique natural and cultural landscape of the UNESCO World Heritage Swiss Alps Jungfrau-Aletsch, set out in 19 regional and thematic brochures, information points in the World Heritage municipalities, our websites **mySwissalps.ch** and **jungfraualetsch.ch**, and the World Nature Forum visitor center. Whether you're at home, in the World Heritage Region or at the visitor center, lots of exciting stories and surprising information await you. Join us – and rediscover the World Heritage.

Legende | Legend

- Gebirge / Mountains
- Klima / Climate
- Gletscher / Glacier
- Wasser / Water
- Tiere / Pflanzen / Fauna / Flora
- Landwirtschaft / Siedlung / Agriculture / Settlement
- Kultur / Culture
- Tourismus / Verkehr / Tourism / Traffic

Impressum | Imprint

Herausgeber | Publisher
Stiftung UNESCO-Welterbe Swiss Alps Jungfrau-Aletsch, Managementzentrum

Texte und Bilder sind urheberrechtlich geschützt. Verwendung und Neudruck nur mit schriftlichem Einverständnis des Herausgebers.

All rights reserved. No part of this publication may be used or reproduced without the prior permission in writing of the Publisher.

3. Ausgabe | 3th edition
2017

Schutzgebühr | Nominal fee
CHF 2.–

Texte | Script
Françoise Funk-Salami und Hanspeter Holzhauser

Fotos | Photos
G. Jouvet und D. Farinotti, VAW ETHZ: S. 32
Hanspeter Holzhauser: S. 4 – 5 / 7 / 9 / 13 / 16 / 17.2 / 21 – 23 / 24.1 / 29
Heinz J. Zumbühl: S. 12 / 17.3 / 24.2 / 31.1
Lorenz A. Fischer / allvisions: S. 8.1
Marco Volken: Rückseite
Noemi Chow: S. 20
Peter Schwitter: S. 26 – 27
Raphael Schmid: Titelbild, S. 2 / 6 / 8.2 / 10 – 11 / 14 – 15 / 18 – 19 / 25 / 28 / 31.2 / 34 – 37 / 39
WGMS Universität Zürich: S. 32

Gestaltung | Layout
Werk314 GmbH, Brig-Glis, www.werk314.ch

Druck | Print
Mengis Druck AG, Visp



Steinbock 1
Ibex

Co-Partner | Co-Partner

Regionalpartner | Regional partner

Danke

Wir danken unseren Partnern für ihre grosszügige Unterstützung. Mit ihrem Engagement tragen sie zum Erhalt des UNESCO-Welterbes Swiss Alps Jungfrau Aletsch bei, unterstützen eine nachhaltige Regionalentwicklung in dieser einmaligen Gebirgslandschaft und demonstrieren dabei ihr gesellschaftliches Verantwortungsbewusstsein.

Thank you

We are grateful to our partners for their generous support. With their commitment they contribute to the conservation of the UNESCO World Heritage Swiss Alps Jungfrau-Aletsch, in support sustainable regional development in this unique mountain landscape and demonstrate their sense of social responsibility.

Öffentliche Hand | Public Authorities







Welterbe-Gemeinden | World Heritage Municipalities
Ausserberg; Baltschieder; Bellwald; Bettmeralp; Blatten (Lötschental); Eggerberg; Ferden; Fieschertal; Grindelwald; Guttannen; Innertkirchen; Kandersteg; Kippel; Lauterbrunnen; Meiringen; Naters; Niedergesteln; Raron; Reichenbach; Riederalp; Schattenhalb; Steg-Hohtenn; Wiler

Partner-Gemeinden | Partner Municipalities
Fiesch; Gündlischwand; Interlaken; Matten; Mörel-Filet; Unterseen; Wilderswil

Welterbe verpflichtet

Die Auszeichnung als UNESCO-Welterbe fordert nicht nur die Erhaltung des Welterbe-Gebietes im engeren Sinn, sondern verpflichtet auch zu einer nachhaltigen Entwicklung. Den Grundstein dazu haben die 23 Standortgemeinden mit der Unterzeichnung der Charta vom Konkordiaplatz gelegt, die eine wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologisch nachhaltige Entwicklung der Welterbe-Region fordert. Das Gebiet soll in seiner gesamten Vielfalt für die heutige und für die kommenden Generationen erhalten werden.

World Heritage commitment

The designation as UNESCO World Heritage site means not only protection of the property, but signifies also a commitment of the 23 municipalities to develop the entire region in a sustainable way. The foundation for the inscription in the World Heritage list has been laid with the signature of the Charter of Konkordiaplatz, which requires an economically, socially and ecologically balanced development of the World Heritage Region. The area with its diversity has to be protected for the present and future generations.

UNESCO-Welterbe Swiss Alps Jungfrau-Aletsch
Managementzentrum
Bahnhofstrasse 9a | CH-3904 Naters
Telefon: +41 (0)27 924 52 76
info@jungfraualetsch.ch | www.jungfraualetsch.ch



WERK314.CH