

## KLAUSNERHOF E-BOOK

ALLES WAS SIE SCHON IMMER ÜBER GLETSCHER  
WISSEN WOLLTEN.



## INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	3
2 DIE GRUNDLAGE DES GLETSCHERS: SCHNEE	4
3 WIE GLETSCHER ENTSTEHEN - METAMORPHOSE	6
4 WIE SIND GLETSCHER AUFGEBAUT?	8
5 GLETSCHERSPALTEN – ALPINE GEFAHREN AM GLETSCHER:	10
6 DIE UNTERSCHIEDLICHEN GLETSCHERTYPEN	12
7 WIE SPIELEN GLETSCHER UND DAS KLIMA ZUSAMMEN?	13
8 GLETSCHER ALS GRÖSSTE SÜSSWASSERSPEICHER DER WELT	14
9 WIE SIEHT DIE ZUKUNFT DER GLETSCHER AUS?	15
10 GLETSCHERFAKTEN	16
11 WIE WERDEN GLETSCHER VERMESSEN?	17
12 GLETSCHER UND LEBEWELT	18
13 ÖSTERREICHISCHE GLETSCHER	19
14 DIE WELT DER GLETSCHER IM HOCHGEBIRGS-NATURPARK	20
15 DIE BERLINER HÜTTE – EIN ZENTRUM DER GLETSCHERFORSCHUNG	20
16 DER HINTERTUXER GLETSCHER	22

# 1 EINLEITUNG

## VON DER SCHNEEFLOCKE ZUM GLETSCHEREIS

Zur Bildung von Gletschern braucht es neben einer geeigneten Unterlage – also z.B. einer muldenartigen Vertiefung - vor allem eines: **SCHNEE!**

Ganz am Anfang steht die Schneeflocke. Sie rieselt als Plättchen oder sternförmiges Eiskristall zu uns auf die Erde. Im Lauf von Tagen, Wochen und Monaten setzt sich der Neuschnee und wird zu Alt- und Firnschnee. Dabei weicht der eingeschlossene Sauerstoff Stück für Stück aus dem Neuschnee und die Schneedecke verdichtet sich.

Durch Anlagerung und Anfrieren weiterer Eiskristalle entsteht nach ca. 2 Jahren Firneis und nach 3-5 Jahren ist aus den Schneeflocken schließlich Gletschereis geworden. Dieser Prozess verläuft aber nicht überall auf der Erde so schnell. In der extrem kalten Antarktis beispielsweise dauert es mehr als 100 Jahre bis Schnee zu Eis wird!



## 2 DIE GRUNDLAGE DES GLETSCHERS: SCHNEE

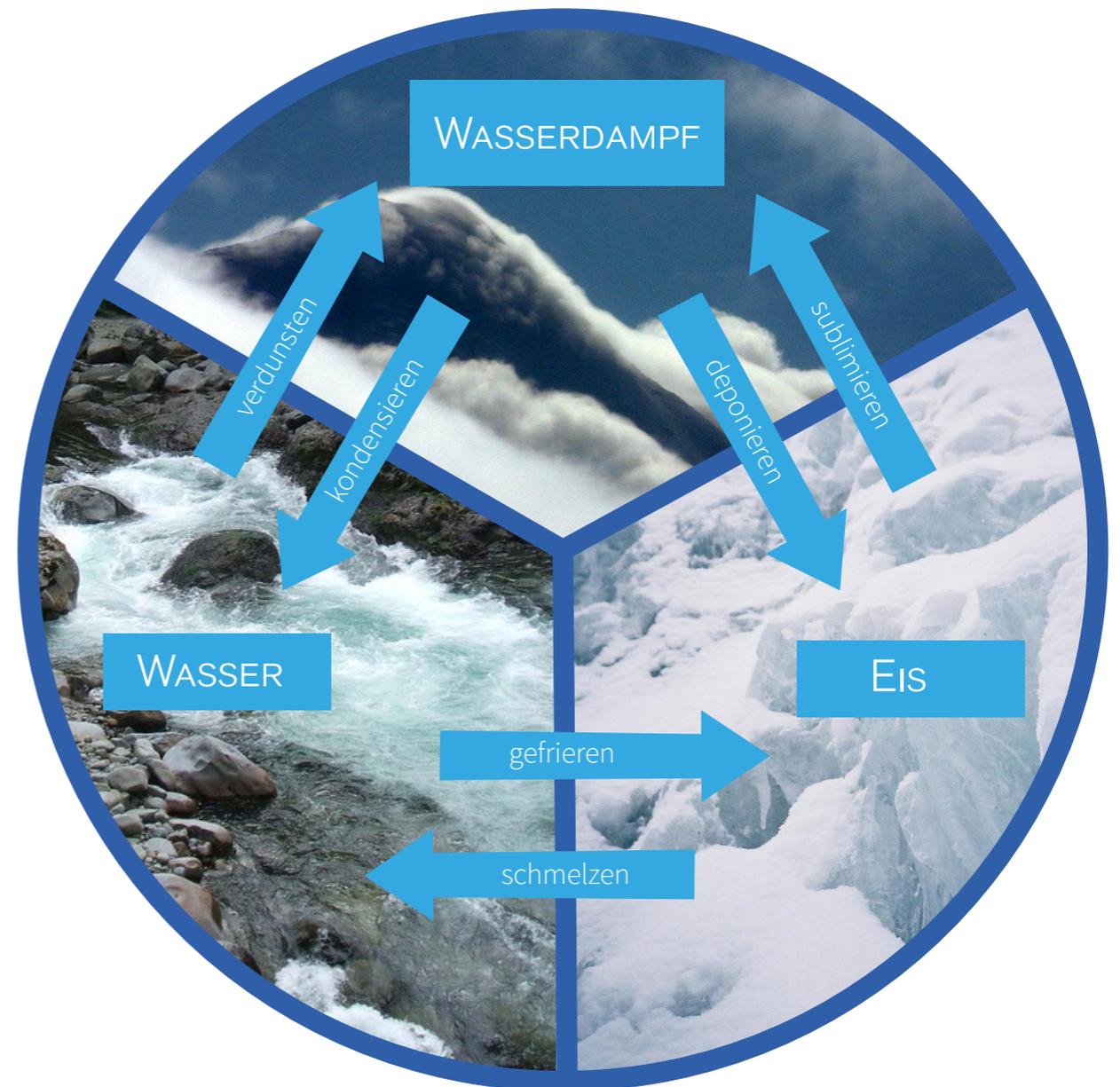
Wenn wir von Schnee oder von Schneeflocken sprechen, dann meinen wir nichts anderes als die gefrorene Form des Niederschlages – welche sich aus den mikroskopisch kleinen Eiskristallen zusammen setzt.  
Die Erscheinung dieser Schneeflocken hängt sehr stark von den äußeren Einflüssen ab, also der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit in den Wolken.

Eine geschlossene Schneedecke ist eine sehr gute Isolation, denn Schnee ist ein schlechter Wärmeleiter. Das bedeutet, dass je nach Beschaffenheit des Schnees, die Bodentemperatur unter der Schneedecke viel höher sein kann als die Lufttemperatur.  
So kann es sein, dass an der Unterseite der Schneeschicht bereits Schmelzprozesse einsetzen, während die Lufttemperatur noch weit unter dem Schmelzpunkt liegt und es draußen klirrend kalt ist.

### 2.1 DIE ENTSTEHUNG VON SCHNEE

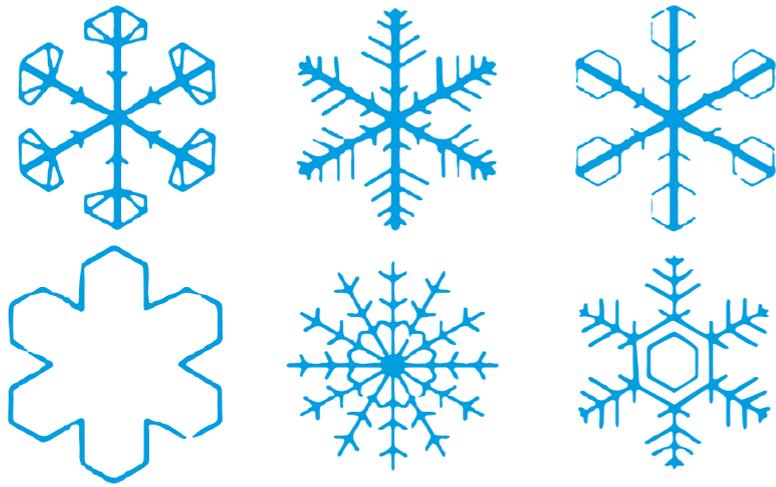
Am Anfang dieses Prozesses steht der Wasserdampf, welcher sich in der Luft befindet. Dieser stammt von den Pflanzen oder auch den Gewässern in der Natur. Kühlt sich die Luft ab, kommt der Punkt an dem dieses Gasförmige Wasser an den in der Luft befindlichen Staubteilchen kondensiert. Diese Wassertropfen sind bei Temperaturen um die 0° C noch flüssig, beginnen aber nach und nach zu gefrieren (ab -10° C).

Als Grundform dieser Schneekristalle kennen wir den sechseckigen und plättchenförmigen Eiskristall. Diese Form ist kein Zufall – sie hängt mit der Kristallgitter-Struktur der Wassermoleküle zusammen.  
Die Formen, in welchen der Schnee letztendlich am Boden ankommt, sind jedoch unbegrenzt. Durch verschiedene Gegebenheiten, denen die Schneeflocke auf dem Weg zum Boden ausgesetzt ist, wie etwa den Windverhältnissen, der Temperatur oder der Luftfeuchtigkeit, gleicht keine Schneeflocke der anderen - jede Schneeflocke ist also ein Unikat.



QUELLEN: ABB.1: © JENNIFER / ABB.2: © GLENN SCOFIELD WILLIAMS / ABB.3: © MONICA KELLY

## 2.2 VERSCHIEDENE FORMEN VON SCHNEEFLOCKEN

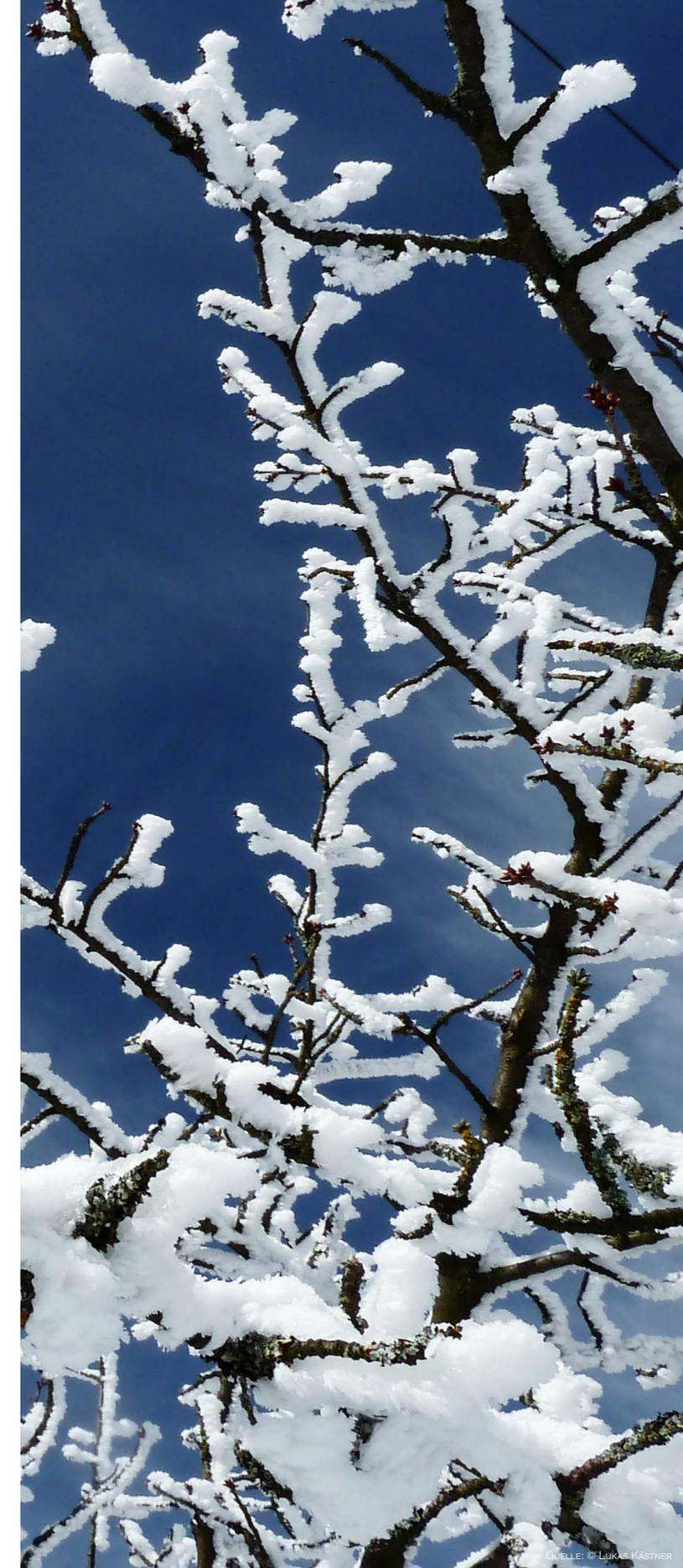


## 2.3 SCHNEEFALL UND WIE ER AUSSEHEN KANN

Man spricht von einer geschlossenen Schneedecke, wenn der gefallene Schnee mehr als die Hälfte des Bodens als weiße Pracht überzieht. Was ist Pulverschnee? Bei Pulverschnee handelt es sich um Schnee, der einen sehr hohen Luftanteil hat (bis zu 90%). Nachdem der Schnee auf der Erde angekommen ist, durchläuft er einen ständigen Wandel. Nach und nach verwandelt sich der Pulverschnee in Nassschnee oder Harsch, bis er letztendlich – nach längerer Zeit am Boden – zu Firn wird, welcher die Grundlage für die „Entstehung“ von Gletschern ist.

### Arten Des Niederschlags

Schneegriesel	Schneegriesel fällt aus Stratuswolken (Schichtwolken) oder Hochnebel.
Schneeregen	Schneeregen ist eine Mischung aus Schnee und Regentröpfchen und vor allem bei Tauwetter in Mitteleuropa zu beobachten.
Schneetreiben	Schneetreiben entsteht bei hohen Windgeschwindigkeiten, bei denen der Schnee aufgewirbelt wird.
Schneegestöber	Schneit es gleichzeitig mit einem Schneetreiben, wird von Schneegestöber gesprochen.
Schneestürme	Bei Kaltluftenbrüchen verbunden mit Sturm entstehen Schneestürme.



# 3 WIE GLETSCHER ENTSTEHEN - METAMORPHOSE

Um zu verstehen, welche Grundlage für die Entstehung von Gletschern gegeben sein muss, sehen wir uns das Beispiel vom Schneeball an. Wenn wir einen Schneeball rollen und diesen eine längere Zeit in unseren Händen halten und formen, kann dieser schnell sehr hart und gefährlich werden! Warum? Unter dem Einfluss von Druck und Wärme wird Schnee zu Eis – das funktioniert auch bei der Gletscherbildung auf diese Weise.

## 3.1 DIE THERMISCHE (WÄRMEBEDINGTE) METAMORPHOSE:

Im Hochgebirge (mehr als 2.500 Höhenmeter) kann es auch im Sommer zu Schneefall kommen. Durch den Wechsel von wärmeren und kälteren Temperaturen wird der neu gefallene Pulverschnee zu Nassschnee, welcher bei den kälteren Temperaturen in der Nacht wieder gefriert. Dieser Prozess des Tauens und Gefrierens löst sich während eines Tages ab und wiederholt sich dann Tag für Tag. Durch diese Prozesse verwandelt sich der Schnee in körniges Eis, welches auch Firn genannt wird. Bei diesem Prozess spricht man im Allgemeinen von der wärmebedingten (thermischen) Metamorphose.

## 3.2 DIE DRUCKBEDINGTE METAMORPHOSE:

Unter genügend Druck, kann der Schnee ebenfalls zu Eis werden. Es fällt immer wieder neuer Schnee auf die bereits vorhandene Schneedecke und obwohl sich der flockige Schnee nur sehr langsam legt, kommt in Summe doch eine große Menge und somit ein ordentliches Gewicht zusammen! Die alte Schneedecke wird unter dem Neuschnee zusammengepresst und so kann sich Firn bilden, welcher später zu Eis wird.

## Verlauf der Metamorphose

Schneeform	Schneedichte (kg/m <sup>2</sup> )
1. trockener Pulverschnee	30-50
2. feuchter Neuschnee	100-200
3. trockener Altschnee	200-400
4. feuchter Altschnee	300-500
5. Firnschnee	500-850
6. Gletschereis	mehr als 900

### 3.3 BESONDERHEITEN DES FIRNS

Der Firn ist die Grundlage für das Entstehen des mit einer Dichte von ca.  $850\text{kg/m}^3$  undurchlässigen Firneis. Eine Besonderheit des Firneises ist die Farbe mit der es auftritt – es ist durchsichtig und bläulich schimmernd.

Durch den hohen Druck auf die unteren Schneeschichten wird die in den Hohlräumen eingeschlossene Luft (die fast 90% des Volumens ausmachen kann) heraus gepresst. Der Luftanteil im Gletschereis kann somit auf bis zu 2% sinken. Eis mit so niedrigem Luftanteil hat oft eine bläuliche, manchmal sogar grünliche Farbe.

#### Wie viel Schnee benötigt man für Gletschereis?

Um 1 cm Gletschereis zu bilden, benötigt man ungefähr 80 cm Neuschnee.

Wenn sich ausreichend Gletschereis gebildet hat und ein Gefälle gegeben ist, beginnt es zu fließen – der Gletscher ist entstanden!

Da die Temperatur eine wichtige Rolle bei der Gletscherbildung spielt, kann es in den kältesten Polargebieten viele Jahre dauern bis Gletschereis entsteht.

In Grönland kann es bis zu 100 Jahre dauern, bis aus Schnee Eis geworden ist!

#### Umwandlung einer Schneeflocke in Gletschereis



Erster Tag



Erste Woche



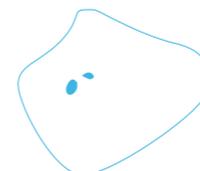
Zweite Woche



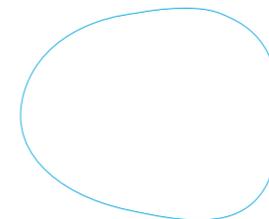
Siebte Woche



Zweites Jahr  
(Firnkorn)



Drittes Jahr

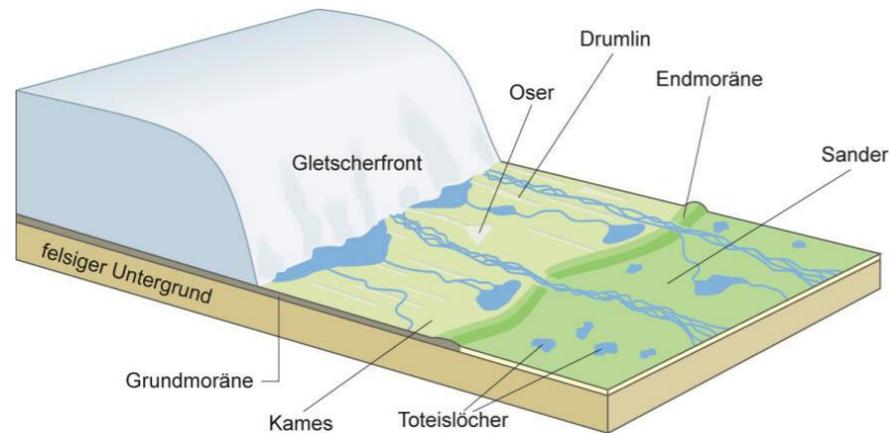


Fünftes Jahr  
(wachsendes  
Eiskorn)



## 4 WIE SIND GLETSCHER AUFGEBAUT?

Einen Gletscher kann man in drei Bereiche unterteilen - das Nährgebiet, das Zehrgebiet und die Gletscherstirn.



### 4.1 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN AKKUMULATION UND SCHNEE-METAMORPHOSE

Das Nährgebiet und das Zehrgebiet werden durch die sogenannte Firnlinie, die Schneegrenze, getrennt. Wo diese Trennlinie und die beiden Gebiete liegen, hängt von den klimatischen Gegebenheiten und der geografischen Lage des Gletschers ab.

Während das Zehrgebiet unterhalb der Schneegrenze liegt, findet man oberhalb das Nährgebiet. In diesem Nährgebiet, auch Akkumulationsgebiet genannt, findet eine Umwandlung von Schnee zu Eis statt (Schnee-Metamorphose).

Das Zehrgebiet, auch Ablationsgebiet genannt, nimmt den größten Teil der Gletscherzunge ein – dem zungenförmigen, unteren Teil des Gletschers.

### Für die Bewegung des Gletschers spielen mehrere Faktoren eine Rolle:

Das hohe Eigengewicht des Gletschers, das Gefälle im Gelände, und natürlich die Schwerkraft. Durch dieses Zusammenspiel kommt es dazu, dass der Gletscher auf einem Wasserfilm dahingleiten kann.

Dieses Gleiten der Gletscher passiert mit ganz unterschiedlichen Geschwindigkeiten und kann zwischen 30 m und 200 m pro Jahr betragen.

Wenn man die Hochgebirgsgletscher Asiens nimmt, kann die Geschwindigkeit sogar bis zu 800 m pro Jahr betragen.

### 4.2 WIE ENTSTEHEN GLETSCHERSPALTEN?

Die Ursache für die Entstehung von Gletscherspalten ist die Bewegung des Gletschers sowie Unebenheiten im Gletscherbett, die zu Rissen führen – den Gletscherspalten.

Diese sind selten tiefer als 30 Meter, da sie auf dem felsigen Untergrund im oberflächennahen Bereich auftreten. Das wiederum macht Gletscherspalten für Bergsteiger so gefährlich, da sie oft verschneit und somit schlecht bis nicht sichtbar sind.

### Spalten bilden sich an verschiedenen Stellen im Gletscher:

**Randspalten** reißen auf, weil der Gletscher am Rand durch die starke Reibung gebremst wird. Der mittlere Teil des Gletschers fließt jedoch schneller.



**Querspalten** reißen auf, wenn der Gletscher über eine Felsstufe fließt. Dabei bewegt sich der Gletscher in den steileren Bereichen etwas schneller als oberhalb der Stufe. Unterhalb der Stufe wird das Eis wieder zusammengedrückt, so dass sich die Spalten wieder schließen.

**Längsspalten** entstehen zum einen im oberen, oft flachen Bereich der Gletscher durch die Oberflächenspannung im Eis. Zum anderen auch dort, wo der Gletscher Platz hat, um sich auszudehnen und in die Breite zu fließen. Das ist vor allem im Bereich der Gletscherzunge der Fall.

#### **Nicht dazu gehören**

Da sich Randkluft und Bergschrund nicht inmitten des strömenden Eis bilden, zählen sie genau genommen nicht als typische Gletscherspalten.

#### **Randkluft**

Diese Gletscherspalte zwischen Gletscher und Fels entsteht dadurch, dass das Eis am von der Sonne aufgewärmten Fels abschmilzt.

#### **Bergschrund**

Der Bergschrund trennt den beweglichen, vom unbeweglichen Teil des Gletschers. Es handelt sich um eine Spalte am oberen Ende des Gletschers.

Im beweglichen Teil des Gletschers fließt das Eis ab, während es im unbeweglichen Teil festgefroren ist.

## 4.3 WOHIN MIT DEM SCHMELZWASSER?

Das Schmelzwasser fließt durch das Gletschertor ab, einem höhlenartigen Gewölbe aus Eis, das sich am Ende der Gletscherzunge befindet. Man nennt das abfließende Schmelzwasser auch Gletscherbach oder Gletschermilch.

Gletschermilch deshalb, weil das Wasser feinsten, vom Gletscher gemahlenden Sand mittransportiert, was ihm eine milchige Farbe verleiht.

Abhängig von Niederschlag, Tages- und Jahreszeit, sowie von der Schneeschmelze nach dem Winter und der Eisschmelze im Sommer, ist dieser Wasserfluss starken Schwankungen unterlegen.

## 4.4 VERÄNDERUNG DES TALS DURCH EROSION

Durch die Bewegung des Gletschers verändert sich auch die Form des Gletschertals. Der Gletscher schürft das vorher enge, V-förmige Tal (Kerbtal) wie ein Buldozer aus und macht es zu einem breiten, U-förmigen Tal.

#### **Was sind Moränen?**

Gletscher sind bedeutende Landschaftsformer, vor allem weil sie Unmengen von Gestein und Schutt mit transportieren und als Moränen zurücklassen. Je nach der Lage zum Gletscher bezeichnet man sie als **Grund-, Seiten-,** oder **Endmoräne.**

Die **Endmoräne** kennzeichnet die Linie des weitesten Gletschervorstoßes. Anhand der Höhe der **Seitenmoräne** lässt sich die Höhe früherer Vereisungen rekonstruieren.

## 5 GLETSCHERSPALTEN – ALPINE GEFAHREN AM GLETSCHER:

Wenn der Gletscher an sich schneefrei ist und man das Gletschereis gut sieht, dann besteht in der Regel keine Gefahr. Man sieht die offenliegenden Gletscherspalten und deren Ränder sind in der Regel belastbar. Das bedeutet, man kann solche Spalten ohne Probleme umgehen oder auch versuchen sie zu überspringen.

Die gefährlichen Gletscherspalten sind jene, welche mit Schnee bedeckt sind – sowohl Alt-, als auch Neuschnee!

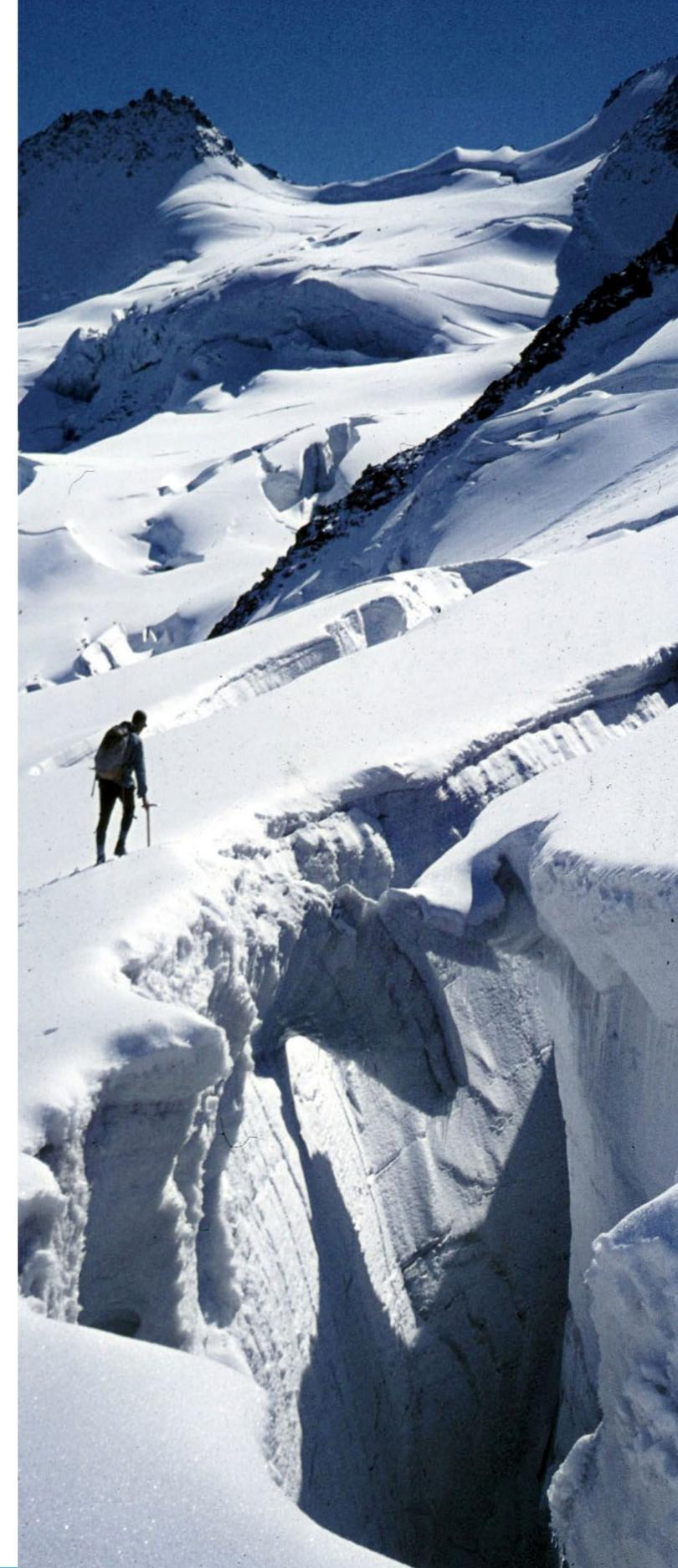
Ist die Gletscherspalte mit **Altschnee** bedeckt, so ist die Gefahr von Spaltenstürzen von der Tagestemperatur und der damit verbundenen Festigkeit des Schnees abhängig. Nachmittags ist die Gefahr hier in der Regel also größer als zu den niedrigeren Temperaturen morgens.

Bei **Neuschnee** ist die Gefahr immer gegeben, da dieser generell nicht so stabil ist. Sollte der Schnee zudem durch Wind verweht worden sein, dann können bereits kleinere Spalten verdeckt sein.

Die Gefahr ist hier wesentlich größer, da man solche komplett verdeckten Spalten nur mehr selten an der typischen Vertiefung erkennen kann. Die Gefahr der Gletscherspalten ist aber nicht nur gegeben wenn man diese nicht sieht, sondern auch wo die Gletscherspalte an sich zwar sichtbar ist, ihr ganzes Ausmaß jedoch verborgen bleibt. Wenn zum Beispiel der Spaltenrand schneebedeckt ist, erkennt man oft nicht, ob die Schneebedeckung mit der Spalte im Eis abschließt, oder ob die Spalte in Wahrheit viel breiter ist. Diese Gefahr bezieht sich nicht nur auf die Breite, sondern auch auf die Länge der Spalte – will man sie umgehen und schätzt die Länge zu kurz ein, kann man auch in einem von Schnee bedecktem Teil einstürzen.

Um sicher über den Gletscher zu gelangen, gibt es einige **Vorsichtsmaßnahmen** die man beachten kann:

Zum einen Sollte man die **Spur durch die Senken** des Gletschers wählen, anstatt über die Aufwölbungen, da Gletscherspalten am ehesten dort aufreißen. Eine **Rückkehr in den schneefreien Bereich ist bis zur Mittagszeit** am sichersten, da die Temperaturen dann ansteigen und der Schnee somit instabil werden kann. **Das Sondieren des Schnees mit Hilfe des Eispickels** ist nur bedingt hilfreich, da der Schaft des Eispickels in der Regel nicht ausreicht um die Stabilität der Schneedecke zu überprüfen. Bei der **Überquerung der Schneedecke mit Schneeschuhen oder Skiern** ist die Gefahr des Einbrechens am geringsten, da das Körpergewicht durch die größere Fläche an den Füßen besser verteilt wird. Diese Lastverteilung beseitigt aber die Gefahren auf keinen Fall vollständig - vor allem bei Neuschnee!





## 5.1 DER ERNSTFALL – STURZ IN DIE GLETSCHERSPALTE:

Je nach Tiefe der Gletscherspalte, ist ein Sturz unter Umständen sogar tödlich. Wenn man in eine V-förmig zusammenlaufende Gletscherspalte fällt, kann man hier aufgrund der Fallenergie unten festklemmen und aufgrund mangelnder Bewegungsfreiheit, sowie dem direkten Kontakt mit dem Eis der Gefahr des Erfrierens ausgesetzt ist.

Der Sturz endet aber häufig in auf in den Spalten angesammelten Schneeanisammlungen oder Gebilden aus Eiszapfen, welche die Möglichkeit zum ausharren bieten. Eventuell kann der Gestürzte auch aus eigener Kraft versuchen aus der Gletscherspalte hinauszuklettern. Was meist nie funktioniert, ist der Hilferuf per Mobiltelefon – das Signal am Gletscher, speziell in der Spalte, ist meist nicht vorhanden.

### Wie verhält man sich richtig?

- Gletscher bieten immer eine Gefahr, der Sturz in eine Gletscherspalte kann sogar tödlich enden – daher nur **mit entsprechender Hochtourenausrüstung und angeseilt begehen!**
- Die Seilschaften am Gletscher sollten aus mindestens **3 Personen** bestehen, welche bei der Begehung konsequent einen **Abstand von 10 Metern** einhalten und **das Seil immer straff führen.**

- Jeder Bergsteiger sollte neben dem Mitführen der richtigen Hochtourenausrüstung (Klettergurt, Kletterseil, Steigeisen und Eispickel) auch die **Spaltenbergung beherrschen!**
- Zweier- oder Dreierseilschaften wird empfohlen, **Bremsknoten in das Seil zu knüpfen.** Auf diese Weise kann sich das Seil, im Falle eines Absturzes, in den Schnee oder das Eis schneiden und so den Sturz abbremsen.
- Begeht man unebene Gletscher, so sollte die Spur nie über die Buckel führen, sondern durch die Kuhlen – da hier die Gefahr der Spaltenbildung geringer ist.
- Die rechtzeitige Rückkehr in den schneefreien Bereich bis Mittag ist ratsam, da der Schnee ab dieser Zeit dazu neigt, aufgrund der ansteigenden Temperaturen instabil zu werden. Auch wenn die Nacht lau war, was sich meist durch einen bedeckten Himmel abzeichnet, ist die Gefahr groß. Der Schnee kann durch das abschmelzen in beiden Fällen nicht mehr tragfähig sein.

# 6 DIE UNTERSCHIEDLICHEN GLETSCHERTYPEN

Weltweit treten Gletscher in den verschiedensten Formen auf. Um hier eine Einteilung in verschiedene Typen vornehmen zu können, legt man die Merkmale zum Beispiel anhand der geomorphologischen Gegebenheiten, sowie der „Ernährungsweise“ und der Bewegung der Gletscher fest.

- **Auslassgletscher**  
Sind oft am Rand von Eisschilden oder Eiskappen zu finden. Das Eis muss hier durch relativ schmale Auslässe fließen, welche durch das Relief vorgegeben sind. Oft haben solche Gletscher die Form von Talgletschern.
- **Hanggletscher**  
Zeigen sich meist in Form von Eisansammlungen an einem Berghang, welche ohne deutliche Bildung einer Gletscherzunge enden, oder auch über eine Wandstufe abbrechen.
- **Hängegletscher**  
Extremfall eines Hanggletschers. Hängegletscher „hängen“ an steilen Felswänden mit über 40°. Diese Gletscher haben oft kein typisches Zehrgebiet, da ihre Zungen durch das hohe Gewicht abbrechen oder tiefer gelegen in einen Hang- oder Talgletscher enden.
- **Inlandeis (oder Eisschild)**  
Hier handelt es sich um die größten Gletscherflächen überhaupt. Diese Eismassen werden so mächtig, dass sie das Relief fast vollständig bedecken und sich auch weitgehend unabhängig davon bewegen (z.B. Grönland, Antarktis).
- **Kargletscher**  
Hier handelt es sich um Gletscher, welche nur eine geringe Eismasse aufweisen. Sie befinden sich sonnengeschützt in einer Mulde, dem sogenannten Kar. Sie weisen keine gut ausgebildete Gletscherzunge auf und sind oft Hängegletscher. Durch den Schutz vor der Sonne in der Mulde, können Kargletscher auch tiefer auftreten als Talgletscher.
- **Lawingletscher**  
Diese Gletscher liegen unterhalb der Schneegrenze und besitzen kein eigenes Nährgebiet. Meist findet man diese Gletscherart im Schutz von sonnenabgewandten Bergwänden, wo er von abgelagertem Lawinenschnee gespeist wird. Aus diesem Grund kann man Lawingletscher auch weit unterhalb der Schneegrenze finden.

- **Piedmontgletscher (oder Vorlandgletscher)**  
Die Eismassen dieser Gletscherart schieben sich aus den Tälern des Gebirges vor, wo sie sich ring- oder fächerförmig in das vorgelagerte Flachland ausbreiten. Der Malaspinagletscher in Alaska ist der größte Gletscher dieser Art.
- **Plateaugletscher (oder Eiskappe)**  
Plateaugletscher sind ähnlich wie das oben erwähnte Inlandeis – also auch dem Relief übergeordnet, jedoch weniger mächtig. Auf Island findet man zum Beispiel einen solchen Gletscher – den Vatnajökull.
- **Talgletscher**  
Talgletscher besitzen ein sehr deutlich eingegrenztes Einzugsgebiet und befinden sich in einem Tal. Die Bewegung talabwärts ist durch die Schwerkraft bedingt. Dies ist die typischste Gletscherform unserer Gebirgsgletscher. Die Menge des Schmelzwassers sowie die Fließgeschwindigkeit variieren im Lauf des Jahres – das Maximum wird im Sommer erreicht.

## 6.1 GLETSCHER ODER NICHT?

### Blockgletscher

Ein Blockgletscher ist trotz seines Namens KEIN Gletscher, da er nicht aus Schnee hervorgeht! Diese Massen bestehen aus einem sich sehr langsam bewegenden Gemenge aus Schutt und Eis.

Blockgletscher sind ein typisches Merkmal für die Landschaft des alpinen Permafrostes, wo das Bodeneis mit dem Erosionsschutt verbunden ist. Sie können aber ebenfalls aus abschmelzenden Kargletschern entstehen, da hier der Gesteinsanteil überwiegt. Häufig findet man Blockgletscher in Hochgebirgsregionen. Blockgletscher bewegen sich wie ein Lavastrom, von oben betrachtet sehen sie auch ganz ähnlich aus. Im Bereich des Tuxer Hauptkamms gibt es mehrere Blockgletscher.

### Rundhöcker

Die sogenannten Rundhöcker entstehen aus den glazialen Erosionen (Abtragungen) von Eisschilden und Gletschern. Ihr besonderes Merkmal ist die längliche Rückenform, bestehend aus Festgestein. Diese besondere Form entsteht durch Detraktion (Aushebung) und Detersion (Abschleifen) – jedoch diskutiert man derzeit noch, ob doch eher die Schmelzwasserflüsse formgebend sind. In den Alpen findet man Rundhöckerlandschaften oft im Bereich der Kare.

# 7 WIE SPIELEN GLETSCHER UND DAS KLIMA ZUSAMMEN?

Die Bedeckung der Erdoberfläche mit Gletschern ist seit der letzten Eiszeit stark rückläufig. In Europa lag der „Kältepunkt“ der letzten Eiszeit (Würm-Eiszeit) vor rund 20.000 Jahren. Damals waren 32% der Erdoberfläche mit Gletschern bedeckt – das sind insgesamt 44 Mio. km<sup>2</sup>. Aktuell sind nur noch knapp 10% der Erdoberfläche bedeckt, das entspricht rund 15 Mio. km<sup>2</sup>.

Auch wenn die Gletscher der Welt heute nur noch einen kleinen Teil der Erdoberfläche bedecken, so ist die Wechselwirkung, zwischen dem Weltklima und den Gletschern auch heute noch von großer Bedeutung!

## 7.1 WELTWEITER GLETSCHERRÜCKGANG

Auch der kleinste Anstieg der langjährigen mittleren Temperatur führt dazu, dass sich die Schneegrenze nach oben verschiebt.

Führt diese Verlagerung dazu, dass Gebiete unter die Schneegrenze fallen, taut der Gletscher schneller ab als gewöhnlich. Daraus resultiert, dass der Abtauprozess auch nicht mehr durch die Akkumulation kompensiert werden kann und die Gesamtoberfläche unter die Schneegrenze fällt.

## 7.2 TAUWETTER IN DEN ALPEN - GLETSCHER AUF DEM RÜCKZUG

Seit dieser Maximalvereisung der letzten Eiszeit sind die Gletscher auf dem Rückzug. Unterbrochen von einigen wenigen Vorstößen ziehen sie sich seit 20.000 Jahren Stück für Stück in die Höhen zurück. Die letzten größeren Vorstöße in den Zillertaler Alpen gab es um 1850 und um 1900. Vor 150 Jahren waren der Eisstrom des Hornkees und des Waxeggkees sogar noch einmal vereint – heute trennen beide mehrere Kilometer.

## GLETSCHERRÜCKGANG DES SCHLEGEISFERNERS IN DEN ZILLERTALER ALPEN

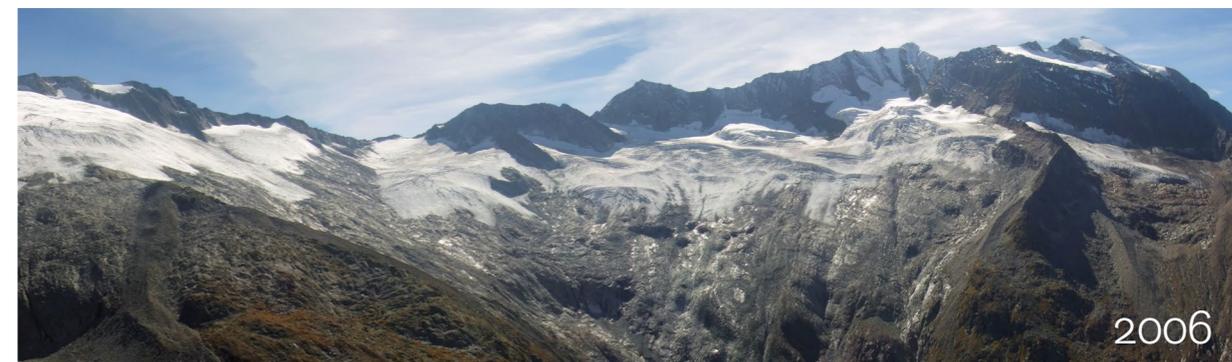


Foto: Archiv KfG (links) & Christoph Mayer (rechts)

Die Klimaerwärmung lässt die Eisriesen schwinden. Jahr für Jahr hören wir von weiteren Rückgängen, besonders die Sommer 2003 und 2006 brachten die Gletscher kräftig ins Schwitzen. Die Gletscher suchen nach einem neuen Gleichgewicht in einem sich ändernden globalen Klima. Treibhausgase heizen unser Klima auf und den Gletschern ein. Die Wissenschaft ist sich sicher, dass gerade die Alpen von der Klimaerwärmung betroffen sein werden.

Die Gletscher werden damit vermutlich zu einem Auslaufmodell. Bereits 2050 drohen viele der Gletscher in den Alpen und damit im Hochgebirgs-Naturpark verschwunden zu sein, nur wenige werden dann noch zum so geschätzten Landschaftsbild des Hochgebirges zählen. Neben dem optischen Verlust drohen auch Gefahren durch den Gletscherschwund wie etwa Trinkwassermangel.

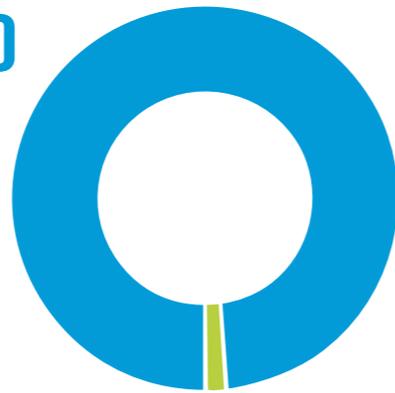
Gefährlich für die Bewohner von Alpengemeinden und Bergsteiger kann das Auftauen von Permafrostböden (=Dauerfrostböden) werden. Ganze Hänge und Berge drohen instabil zu werden und auseinander zu brechen. Spektakuläre Felsstürze, wie 2003 am Matterhorn oder 2006 am Eiger, sind erste Hinweise auf diese wachsende Gefahr.

## 7.3 GLOBALE FOLGEN

Bedingt durch das großflächige Abschmelzen des Eisschildes an den Polkappen, werden verschiedene Meeresströmungen wie zum Beispiel das Golfstromsystem oder der Humboldtstrom beeinflusst. Diese Beeinflussung führt zu globalen Auswirkungen, so bedroht der damit verbundene Anstieg des Meeresspiegels die tiefer liegenden Länder wie Bangladesch oder die Niederlande.

## 8 GLETSCHER ALS GRÖSSTE SÜSSWASSERSPEICHER DER WELT

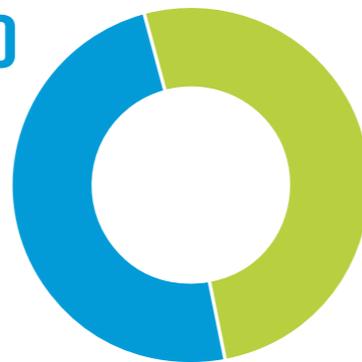
**96,5%**  
Salzwasser



**3,5%**  
Süßwasser

Nimmt man die gesamten Wasservorräte auf der Welt, ergibt das ein Volumen von ca. 1,4 Mrd. km<sup>3</sup>, wovon ca. 3,5% im Süßwasser und ca. 96,5% in den Weltmeeren enthalten sind.

**48,7%**  
Grundwasser



**0,5%**  
Andere

**50,8%**  
Pole, Gletscher,  
Dauerfrost

Der größte Teil der Wasservorräte ist im Eis und in den Gletschern gespeichert, welche sich wiederum auf einige wenige Gebiete der Welt beschränken. Die Antarktis weist dabei die größten in Eis gebundenen Süßwasservorräte auf.





QUELLEN:  
 ABB.1: © WWW.NIKON-FOTOGRAFIE.DE  
 ABB.2: © WWW.FOREIGNPOLICY.COM  
 ABB.3: © WWW.SWISSEDOC.CH

## 9 WIE SIEHT DIE ZUKUNFT DER GLETSCHER AUS?

Die Gletscher werden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten weiter schrumpfen. Die Klimaerwärmung stellt die Weichen für das „Ewige Eis“, die Luftverschmutzung tut ihr übriges. Die Folgen des Gletscherrückgangs sind weitreichend.

### 9.1 FOLGEN DER GLETSCHERSCHMELZE

- Anstieg des Meeresspiegels
- Veränderung des Klimas - sowohl direkt im Bereich der (ehemaligen) Gletscher, als auch im globalen Kontext
- globale Umverteilung des Wasserhaushaltes und Wasserknappheit in einigen Gebieten die heute noch mit Gletscherschmelzwasser versorgt werden
- Überschwemmungen
- Mögliche Gefahren durch das Ausbrechen von Gletscherseen
- Verarmung des Landschaftsbilds in vielen Gebirgsregionen
- (Negative) Auswirkungen auf den Tourismus
- Negative Auswirkungen auf die Energiegewinnung (Wasserkraft)

### 9.2 SCHUTZ DER GLETSCHER

Wir können den Gletschern auf direktem Weg leider überhaupt nicht helfen - jedoch können wir die Umstände beeinflussen, welche den Gletscherrückgang begünstigen.

Den größten Einfluss haben wir in Bezug auf den eigenen Energieverbrauch! Wenn wir unseren Energieverbrauch und den damit verbundenen Verbrauch fossiler Brennstoffe senken, können die Treibhausgas-Ausstöße reduziert und so eine weitere Klimaerwärmung gestoppt werden.

Diese Änderung des Lebensstils betrifft vor allem die Bereiche des eigenen Haushalts (Strom/Heizen) und die Mobilität.

#### Somit kann jeder etwas beitragen!

##### Kurzfristige Schutzmaßnahmen

Eine aktuell häufig praktizierte Maßnahme zum Schutz der Gletscher ist das Abdecken dieser mit Schutzfolien während der Sommermonate. In dieser Zeit ist für den Gletscher entscheidend, ob er an Eis verliert oder gewinnt.

##### Nachteil der Gletscherabdeckung

Das Abdecken der Gletscher ist sehr aufwendig, kostenintensiv und nicht flächendeckend anwendbar. Aus diesem Grund kann diese Methode nur kleinere Bereiche wie z.B. Gletscherskigebiete abdecken.

Maßnahmen zum Schutz der Gletscher und weiter auch, der Umwelt, sollten eher im Vorhinein getroffen werden...

Ein Beispiel für das Abdecken eines Gletschers finden wir hier auf der Zugspitze:

Der Zugspitz-Gletscher wird in den Monaten von Mai bis September mit einem Vlies abgedeckt, um so vor Wärme und der Sonneneinstrahlung geschützt zu sein.

### 9.3 LUFTVERSCHMUTZUNG ALS GRUND FÜR DAS ABSCHMELZEN DER GLETSCHER

Der Luftverschmutzung wird ein nahezu gleich großer Beitrag am Abschmelzen der Gletscher beigemessen wie der Erderwärmung.

Wird ein Gletscher durch Schwefeldioxid, Rauch oder auch Ruß verschmutzt, führt das dazu, dass nicht mehr so viele Sonnenstrahlen reflektiert werden können.

Diese Verschmutzung nimmt besonders in den vergletscherten Gebieten des Himalayas zu, da hier der Verkehr durch die wachsende Bevölkerungsdichte stark zunimmt. Ein weiterer Aspekt sind die Industrialisierung Indiens und Ostchinas und die damit verbundenen Emissionen.



## 10 GLETSCHERFAKTEN

### 10.1 FAKTEN ZUR GRÖSSE DER GLETSCHER

- Der größte Gletscher der Erde (ohne Inlandeis) ist mit 420 km Länge und 90 - 130 km Breite der Lambert-Gletscher (Antarktis).
- Der größte außereuropäische Gebirgsgletscher der Erde ist mit 4.275 km<sup>2</sup> Fläche der Malaspina (Alaska).
- Der längste außereuropäische Talgletscher der Erde ist der Fedtschenko-Gletscher im Pamir in Tadschikistan mit 77 km Länge
- Der flächenmäßig größte europäische Gletscher ist mit 8.200 km<sup>2</sup> Fläche der Austfonna (Svalbard/Norwegen).
- Ihm folgt mit 8.100 km<sup>2</sup> Fläche der größte Plateaugletscher Islands, der Vatnajökull. Mit bis zu 900 m Dicke ist er vom Volumen der größte europäische Gletscher.
- Der größte europäische Festlandgletscher ist mit ca. 500 km<sup>2</sup> Fläche der Jostedalbreen (Norwegen).
- Der größte und längste Alpen-Gletscher ist der Aletschgletscher in der Schweiz (117,6 km<sup>2</sup> / 23,6 km lang).
- Der größte und längste Gletscher in Deutschland, ist der Nördliche Schneeferner an der Zugspitze (Gesamtfläche bereits < 1 km<sup>2</sup>).
- Der größte und längste Gletscher in Österreich, ist mit rund 8 km die Pasterze am Großglockner - knapp gefolgt vom Gepatscherferner in den Ötztaler Alpen.
- Der größte und längste Gletscher im Kaukasus ist der Besengi bei der Besengi-Mauer in der Besengi-Region.
- Der größte Gletscher in der tropischen Klimazone ist die Quelccaya in Peru.
- Der größte Gletscher Südamerikas ist das Campo de Hielo Sur in Chile.

### 10.2 FAKTEN ZUR FLIESSGESCHWINDIGKEIT

- Alpen-Gletscher bewegen sich mit bis zu 150 m pro Jahr.
- Himalaya-Gletscher fließen mit bis zu 1.500 m im Jahr, also bis 4 m am Tag.
- Die Auslassgletscher Grönlands bewegen sich bis zu 10 km pro Jahr bzw. bis zirka 30 m am Tag. Der Jakobshavn Isbræ an der grönländischen Westküste gilt als der Gletscher mit der dauerhaft größten Geschwindigkeit, Surge-Gletscher können aber während der aktiven Phase noch erheblich schneller fließen und mehr als 100 m pro Tag zurücklegen.

# 11 WIE WERDEN GLETSCHER VERMESSEN?

Gletschervermessung hat eine lange Tradition – seit 1891 wird vom Alpenverein der Gletschermessdienst organisiert. Seit nunmehr 116 Jahren werden von dessen Mitarbeitern ausgewählte Gletscher beobachtet und Veränderungen verfolgt. In den letzten Jahrzehnten wurden durchwegs über 100 Gletscher im Messnetz geführt und in jährlichen Berichten die Ergebnisse dokumentiert.

## 11.1 DABEI GIBT ES FOLGENDE MESS- UND ERHEBUNGSMETHODEN:

### Längenmessung:

An den meisten Gletschern wird die Längenänderung an der Zunge gemessen. Dazu werden am Felsen vor dem Eisrand mit Farbe Messpunkte markiert und der Abstand zum Eis gemessen. Früher geschah das durch ein langes Messband, heute benutzt man meist einen Laser-Entfernungsmesser, der auf eine Distanz von mehr als 100 m sehr schnelle und hochpräzise Messungen erlaubt ( $\pm$  wenige mm). Ferner gibt es eine Richtungsmessung mittels Kompass und die Neigung mittels Klinometer.

### Bewegungsmessung:

In einem markanten Bereich der Gletscherzunge wird zur Ermittlung der Fließgeschwindigkeit des Eises eine aus 5 Steinen bestehende Steinreihe angelegt. Die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit des Gletschers wird aus der Bewegung der 5 Steine ermittelt.

### Messbildaufnahmen:

Im Abstand von ca. 10 Jahren werden immer vom gleichen Standpunkt aus Messbilder erstellt, um die Veränderung des jeweiligen Gletschers photographisch festzuhalten. Diese Bilder können bei der weiteren Verarbeitung digital übereinander gelegt und zu einem Animationsfilm zusammengefügt werden.

### Detailvermessung mit GPS:

Dank satellitengestützter Technologie ist es möglich, äußerst präzise Vermessungen vorzunehmen oder die exakte Lage von Mess-/ Referenzpunkten wiederzufinden. Bei der Nachbereitung können die gewonnenen Daten in ein Informationssystem übergeführt und ausgewertet werden.

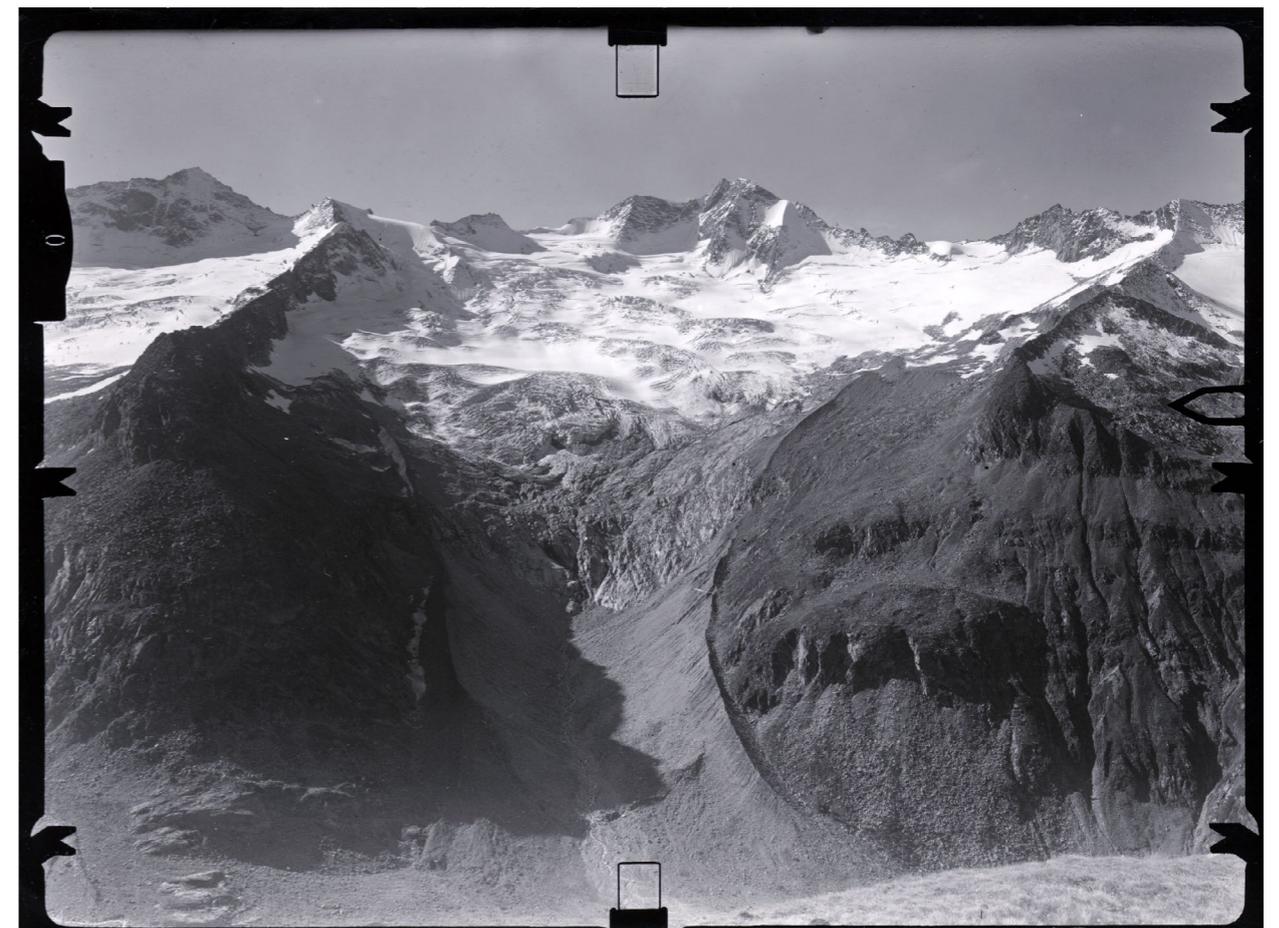
### Photogrammetrische Aufnahmen und Generierung von digitalen Geländemodellen aus Luftbildern

Das klassische Verfahren zur dreidimensionalen Überwachung von Gletschern ist die Photogrammetrie, bei der v.a. aus Stereo-Paaren von Luftbildern die Höheninformationen

gewonnen und an Auswertegeräten Höhenlinienpläne hergestellt werden. Aus solchen topografisch-kartografischen Produkten können digitale Geländemodelle hergestellt werden. Dazu werden die Pläne gescannt und anhand von Koordinatengittern „georeferenziert“, also einer exakten Position auf der Erdoberfläche zugewiesen.

### Eisdickemessung mit Hilfe eines Boden-Radargeräts

Die an allen größeren sowie vielen kleineren Gletschern jährlich an den Zungen ausgeführten Messungen der Längenänderungen geben einen sehr guten Überblick über die Veränderungen der Gletscher. Mit aufwendigeren Messungen werden die Massenbilanz, Volumenänderung und Oberflächenbewegung erfasst.



# 12 GLETSCHER UND LEBEWELT

Sowohl die Gletscher selbst als auch die nach dem Rückzug des Eises freigelegten Gletschervorfelder sind ganz spezielle Lebensräume für Flora und Fauna.

Der Gletscherfloh (*Isotoma saltans*), mit nur 1,5 – 2,5 mm Größe und mit bloßem Auge kaum sichtbar, überlebt Temperaturen bis -20°C. Sein dicht behaarter, schwarzer, flügelloser Körper produziert eine Art „Frostschutzmittel“. Er ist das einzige Lebewesen, das ganzjährig in und auf einem Gletscher existieren kann. Damit eine ökologische Nische ohne Konkurrenz!

Wovon ernährt sich eigentlich ein Gletscherfloh? Auf dem Gletscher sammelt sich sog. „Gletscherschlamm“ (Kryokonit), also all jene feinen Teilchen, die auf den Gletscher gelangen, wie feinsten Staub, Algen, Pollen oder Pflanzenreste.

Zur Fortbewegung dient ihm eine Springgabel, die unter dem Hinterleib sitzt. Wer nun glaubt, einem so perfekt angepassten Tier kann keine Witterung etwas ausmachen, der irrt! Denn so gut er mit der Kälte zu Recht kommt, so schlecht behagt ihm Wärme. Schmelzwässer füllen die Risse, Gänge und Mulden seiner eisigen Welt. Steigende Temperaturen bedeuten für ihn großen Stress und ab 12° C erstickt er sogar.

## 12.1 GLETSCHERVORFELD

Stößt ein Gletscher vor, transportiert das fließende Eis Gesteins- und Schuttmaterial talwärts und lässt es liegen, sobald er sich wieder zurückzieht. Als Ergebnis bleiben Ablagerungen in der Landschaft übrig, die in Form von Wällen, sog. „Moränen“ die maximale Ausdehnung des Gletschers fein nachzeichnen. Das ist die Geburtsstunde einer neuen völlig unberührten Urlandschaft – dem Gletschervorfeld. Das Gletschervorfeld ist demnach das vom Gletscher bei seinem Rückzug freigegebene Neuland.

Was passiert nun in diesem steinigen Neuland, das quasi ein „Freilandlabor“ für Forscher ist? Je nach den lokalen Verhältnissen haben sich schon nach wenigen Jahren Pionierpflanzen etabliert. Neben Flechten und Moosen auch Blütenpflanzen wie der Rote Steinbrech oder das Einblütige Hornkraut. Die Flora ist das „Vorkommando“ für die Fauna, die ebenfalls bereits nach wenigen Jahren das „Neuland“ mit Spinnen, Laufkäfern oder Weberknechten besiedelt hat. Wenn auch die Prozesse im Hochgebirge langsam ablaufen, so haben die Tier- und Pflanzenwelt nach ca. 50 Jahren Eisfreiheit eine große Artenvielfalt erreicht und sich weitgehend ihrer Umgebung angeglichen. Gletschervorfelder sind etwas Besonderes und besitzen daher große Schutzwürdigkeit!

## BLÖCKE MIT LANDKARTENFLECHTE



## ALPEN-LEINKRAUT



## 12.2 PIONIER UND SCHUTTVEGETATION EROBERT DAS VORFELD

In allen vom Eis freigegebenen Gebieten setzt sofort die Verwitterung ein. Im Lauf von Jahrhunderten entwickelt sich so auf der Schuttoberfläche eine Humusschicht. Damit die Pionierpflanzen das eisfrei gewordene Neuland erobern können, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

Das Vorkommen von Feinerde und Grad der Beweglichkeit des Schuttes entscheiden über das Aufkommen von Pionier- und Schuttvegetation. In einer Geröllhalde folgt zunächst eine mächtige, feinerde-freie Steinschicht mit Hohlräumen.

Da die durchfeuchtete Feinerde erst in größerer Tiefe vorkommt, müssen die meisten Pionier- und Schuttpflanzen lange Wurzelsysteme bilden. Beweglicher Schutt kann die Pflanzen überdecken, entwurzeln, zerreißen und zerdrücken. Allen diesen Gefahren müssen die Pionierpflanzen durch entsprechende Anpassungen Rechnung tragen. Auf Überschüttung reagieren sie durch lange Stengelglieder und Blattstiele. Bei begrabenen Haupttrieben können zahlreiche schlafende Knospen austreiben. Bei gewissen Arten haben die Wurzeln eine Doppelfunktion - ein Teil dient der Verankerung, ein anderer mehr der Nahrungsaufnahme.

Durch Bildung von Horsten, Rasen- und Spalierwuchs können viele Schuttpflanzen die bewegliche Unterlage festigen und dadurch die Voraussetzungen für weitere Besiedlung schaffen.



## 13 ÖSTERREICHISCHE GLETSCHER

### Einige der bekanntesten Gletscher in Österreich sind:

- Der Gaisbergferner, ein Talgletscher welcher in den Ötztaler Alpen in Tirol liegt. Im Jahr 2009 hatte der Gletscher eine Länge von ca. 2,5 km und eine Breite von 450 Metern (an seiner breitesten Stelle).
  - Die Pasterze am Fuße des Großglockners, ist mit einer Länge von mehr als 8 km der größte Gletscher in Österreich und gleichzeitig auch der längste Gletscher in den Ostalpen.
- Seit 1856 hat die einstige Fläche von über 30 km<sup>2</sup> bereits um beinahe die Hälfte abgenommen.
- Der Stubaier Gletscher in der Nähe von Neustift im Stubaital ist das größte Gletscherskigebiet Österreichs. Die Fläche des Skigebiets am Stubaier Gletscher beträgt ca. 700 ha.

## 14 DIE WELT DER GLETSCHER IM HOCHGEBIRGS-NATURPARK

### 3D Ansicht des Naturpark Zillertaler-Alpen:



### Heimat von 80 „Keesen“:

Fast alle Gletscher in der Naturparkregion werden „Keese“ genannt. Das Wort leitet sich vom althochdeutschen „ches“ ab, was „Eis“ bedeutet. In anderen Gegenden werden Gletscher häufig als „Ferner“ bezeichnet. „Ferner“ stammt ebenfalls aus dem Althochdeutschen – „fairn“ oder „firi“ steht für „alt“, damit ist der alte, vorjährige und schließlich zu Eis gewordene Schnee gemeint.

Viele denken bei Zillertal und Gletscher nur an den Hintertuxer Gletscher – das ist aber weit gefehlt. Nach Erhebungen des Landes Tirol in den 1980er Jahren liegen im Hochgebirgs-Naturpark noch ca. 80 größere und kleinere Gletscher sowie Gletscherreste.

Damals bedeckten die Gletscher eine Fläche von 43 km<sup>2</sup> - etwa 15% dürften seit damals geschmolzen sein. Mit etwa 36 km<sup>2</sup> ist aber auch heute noch knapp ein Zehntel der Naturparkregion ganzjährig von Eis und Schnee bedeckt. Die größten Gletschervorkommen findet man im Schlegeisgrund, im Zemmgrund, im Zillergrund und im Floitengrund

Die größten und bekanntesten Gletscher sind:

- Schwarzensteinkees im Zemmgrund (5,1 km<sup>2</sup>)
- Schlegeiskees im Schlegeisgrund (4,7 km<sup>2</sup>)
- Hornkees im Zemmgrund (4,1 km<sup>2</sup>)
- Floitenkees im Floitengrund (3,3 km<sup>2</sup>)
- Waxeggkees im Zemmgrund (3,2 km<sup>2</sup>)

## 15 DIE BERLINER HÜTTE – EIN ZENTRUM DER GLETSCHERFORSCHUNG

### 15.1 BERLINER HÜTTE – DEM WETTER ZUM TRUTZ, DEM WANDERER ZUM SCHUTZ

Die Berliner Hütte wurde 1879 als erste Schutzhütte des Alpenvereins durch die Sektion Berlin errichtet und rasch zu dem alpinistischen Stützpunkt der Zillertaler Alpen. Wegen des enormen Ansturms wurde sie bis 1912 mehrfach erweitert, heute steht sie wegen ihres einzigartigen Charakters unter Denkmalschutz. Beeindruckend sind v.a. der Stiegenaufgang oder der riesige holzverkleidete Speisesaal. Anfang des 20. Jhds. beheimatete sie auf 2.042 m sogar ein eigenes Postamt und eine Schuhmacherwerkstatt.



### 15.2 GLETSCHER ALS FORSCHUNGSOBJEKTE

Gletscher sind begehrte Forschungsobjekte – seit mehr als 100 Jahren werden sie beobachtet, befliegen, fotografiert und vermessen. Veränderungen werden akribisch dokumentiert und die Ergebnisse bringen für verschiedene Wissenschaftszweige wertvolle Erkenntnisse - als Rückblick in die Vergangenheit und Ausblick in die Zukunft!

## 15.3 GLETSCHERFORSCHUNG AUF DER BERLINER HÜTTE

Der „Central-Ausschuss“ des Alpenvereins um den Hochgebirgsforscher Eduard Richter rief 1891 die Sektionen zu jährlichen Gletschermessungen in ihren Arbeitsgebieten auf. Dem war die Sektion Berlin schon voraus, denn bereits ab 1880 gab es Messungen an Horn-, Schwarzenstein- und Waxeggkees.

Die Hütte war drei Mal Standort sog. „Gletscherkurse“. Dabei trafen sich junge Wissenschaftler und erfahrene Gletscherforscher, um sich auszutauschen. Besonders hervorzuheben ist Sebastian Finsterwalder, ein renommierter Gletscherforscher der ersten Stunde. Sein Sohn Richard setzte die Studien später fort. Die Kurse entwickelten sich rasch zu einer prominenten Bühne der Forschung, ein echter Höhepunkt der gesamten Hochgebirgsforschung war der dritte Gletscherkurs im Jahre 1951.

Am Anfang stand dabei die einfache Gletschermessung. Dabei werden von Fixpunkten im Gletschervorfeld die Eisränder mit Kompass und Bussole angepeilt und der Abstand mit dem Maßband festgehalten. Die Ergebnisse wurden in Karten übertragen.

Ende des 19. Jhds. kam die Fotogrammetrie (Bildmessung) auf, bei der die Gletscher jedes Jahr vom gleichen Standort und zum gleichen Datum fotografiert werden (= geodätische Vermessung). Ein Gletscher bekommt praktisch jedes Jahr kostenlos sein eigenes Portrait, das sein Gesicht und seine Veränderungen festhält! Das war eine enorme Weiterentwicklung, nun konnten die Eisriesen mit einer bis dahin unbekanntem Genauigkeit vermessen werden.

Die drei großen Zemmgrundgletscher, besonders das Waxeggkees, gelten heute als die wichtigsten Gletscher in Bezug auf die Erforschung des Massenhaushalts nach der geodätischen Methode. Zudem liegen für die Zemmgrundgletscher durch die frühe Initiative der Sektion eine der längsten Messreihen aller Ostalpengletscher vor.

Bis heute vermessen und fotografieren der OeAV und die Kommission für Glaziologie die Gletscher rund um die Berliner Hütte als wichtige Grundlage für die Forschung im Naturpark. Die Ergebnisse werden u.a. im jährlichen „Gletscherbericht“ des OeAV veröffentlicht.

Zusammen mit dem OeAV wurde 2005 der „Gletscherweg Berliner Hütte“ eingerichtet und ein naturkundlicher Führer herausgegeben. Er enthält interessante Hintergründe zu den Gletschern – ihre Entstehung, ihre Veränderung und wie sie die Landschaft prägen. Das Begleitbüchlein berichtet auch über geschichtliche Besonderheiten wie die alte Granatmühle oder die Gletscherhöhle im Hornkees – einer echten Touristenattraktion damaliger Zeit.

Maßgeblich am Gletscherweg und dem Führer war Prof. Dr. Helmut Heuberger beteiligt, der selbst lange Jahre die Gletscher im Zemmgrund erforschte.





## 16 DER HINTERTUXER GLETSCHER

Eigentlich ist „Hintertuxer Gletscher“ die touristische Bezeichnung für ein Skigebiet im Tuxertal, einem Nebental im Zillertal in Tirol. Der Hintertuxer Gletscher setzt sich aus dem Gefrorene-Wand-Kees, sowie dem benachbarten Riepenkees zusammen.

Beide Gletscher wurden durch Lift- und Bahnanlagen erschlossen und können somit - bei ausreichender Schneelage - das ganze Jahr über als Gletscherskigebiet genutzt werden.

Bis zu 120 m (an seiner tiefsten Stelle) dick und bis zu 4 km lang präsentiert sich der „Hintertuxer Gletscher“. Die Bewegung in der Länge kann jedoch um bis zu 40 m jährlich variieren.

### Wussten Sie?

Da sich die Länge des „Hintertuxer Gletschers“ jedes Jahr verändert, müssen die Lifte im Skigebiet mehrmals im Jahr verrückt werden – damit die Masten gerade stehen.

Der Hintertuxer Gletscher wird touristisch stark genutzt, so kann man neben dem Skigebiet auch gute Bergwanderungen unternehmen. Man findet viele Hütten vor, welche zum Teil sogar das ganze Jahr über bewirtschaftet sind.

### 11.3 BESUCH EINER GLETSCHERSPALTE

Am „Hintertuxer Gletscher“ hat man die Möglichkeit ein faszinierendes Gangsystem von Gletscherspalten zu besichtigen! Den Eingang in den „Natureispalast“ findet man knapp unterhalb der Bergstation des Gletscherbus 3. Über Leitern und Treppen steigt man bis zu 25 m tief ins Eis hinab und entdeckt die Gletscherwelt.

### Wussten Sie?

Für die Beförderung der Touristen am „Hintertuxer Gletscher“ wurden 3 große Seilbahnen errichtet – die sogenannten Gletscherbusse. In einer der Gondeln finden bis zu 24 Personen Platz. Insgesamt finden die Winter- und Bergsportler, sowie die restlichen Besucher 18 Lifte vor, mit denen sie von der Talstation Hintertux (auf 1.500 m) auf den Gletscher transportiert werden können.



**Für den Inhalt verantwortlich:**

Hotel Klausnerhof  
Familie Klausner  
A-6294 Hintertux 770

Tirol - Österreich  
Telefon 0043 5287 8588  
Fax 0043 5287 8588-88  
[www.klausnerhof.at](http://www.klausnerhof.at)  
[info@klausnerhof.at](mailto:info@klausnerhof.at)