

**Expertenarbeit im Rahmen des Forder-Förder-Projekts  
„Die Alpengletscher – Überreste der Eiszeit“**

von

Amelie Dreischulte

Gymnasium Marianum Meppen

Schuljahr 2019/2020



# Inhaltsverzeichnis

0. Einleitung
1. Entstehung
  - 1.1. Entstehung eines Gletschers
  - 1.2. Aufbau
  - 1.3. Formung der Landschaft
2. Formung der Landschaft am Beispiel Rosenheimer Land
3. Vegetation und Tierwelt
4. Glaziale Bauwerke
  - 4.1. Gletscherspalten
  - 4.2. Gletscherhöhlen
5. Wirtschaftliche Nutzung
6. Der Klimawandel und seine Folgen
7. Fazit
8. Quellenverzeichnis

## **0. Einleitung**

Jeder kennt Gletscher. Gewaltige Eisriesen, die schon schon seit geraumer Zeit existieren. Seit vielen Jahren fahre ich mit meiner Familie in die Berge. Immer wieder sind wir dabei auf Gletscher gestoßen – ob beim Skifahren oder auch beim Wandern. Doch was genau hat es eigentlich mit ihnen auf sich? Wie entstehen sie und welche Tiere oder Pflanzen leben auf ihnen? Ist Leben auf einem Gletscher überhaupt möglich? Und welche Gefahren birgt der Klimawandel für die Flüsse aus Eis? Mit diesen und weiteren Fragen habe ich mich im letzten Schuljahr beschäftigt und die Antworten in dieser Expertenarbeit festgehalten.

## **1. Entstehung**

### **1.1. Entstehung eines Gletschers**

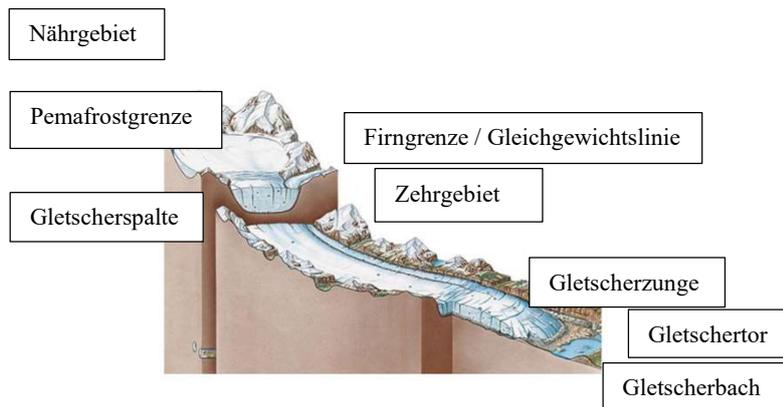
Gletscher entstehen ab einer Höhe von 2600 Metern über dem Meeresspiegel, der sogenannten Firngrenze, oder in dauerhaft kalten Regionen, in denen im Jahresverlauf mehr Schnee fällt als schmilzt. Unterhalb der Firngrenze schmilzt der Schnee im Sommer ab, oberhalb führt nahezu jeder Schneefall zur Firnbildung. Eisbildung findet nur oberhalb der geografischen Grenzlinie des Vorkommens von Permafrost statt (Permafrostgrenze).

Am höchsten Punkt des Gletschers, der auf oder über der Permafrostgrenze liegt, befindet sich das Nährgebiet. Hier wird aus dem Neuschnee, der über das Sommerhalbjahr nicht abschmilzt, zunächst körniger Altschnee, der Firn. Wenn durch die Akkumulation, die Ansammlung von Schneemassen, ausreichend Firn vorhanden ist, dass die oberen die unteren Schichten zusammenpressen, beginnt die Metamorphose des Schnees zu Gletschereis und es bildet sich vorerst Firneis. Dies passiert über einen Zeitraum von ein bis drei Jahren. Nach weiteren drei bis fünf Jahren voller Schneeablagerungen und Firneisbildungen entsteht schließlich Gletschereis. Im Verlauf der gesamten Metamorphose sinkt der Luftanteil des Schnees bzw. des Eises auf zwei Prozent, was dem Eis die bläuliche Farbe gibt. Auch die bläuliche Farbe von Seen, die häufig in den Gletscherregionen der Alpen vorzufinden ist, resultiert daraus, da diese Seen mit den Schmelzwassern der Gletscher gefüllt sind.

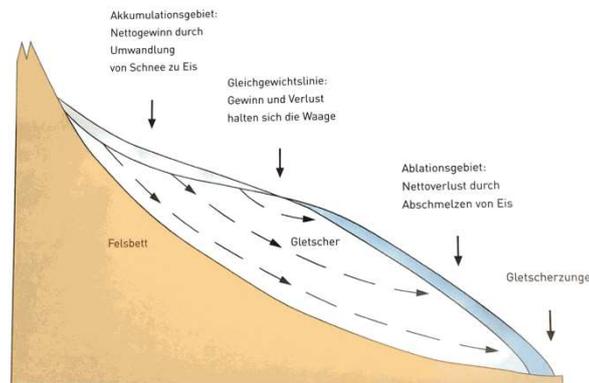
Zusätzlich trägt noch ein weiterer Prozess zur Eisbildung bei. Bei diesem gelangt Schmelzwasser zwischen die Firnschichten, wo es wieder gefriert und harte Zwischenlagen bildet. So kann die Bildung von Gletschereis innerhalb eines Tageszyklus' erreicht werden, ohne dass die sonstigen Zwischenstufen durchlaufen werden müssen. Für zehn Zentimeter Gletschereis mit einer Dichte von  $0,9 \text{ g pro cm}^3$  bedarf es einer Masse von sechs bis zehn Metern Neuschnee mit einer Dichte von etwa  $0,1 \text{ g pro cm}^3$ .

Die Alpengletscher sind vor tausenden von Jahren entstanden, vermutlich in der Eiszeit „Pleisozän“, die vor 2,588 Millionen Jahren startete und bis vor 11700 Jahren (rund 2,5 Millionen Jahre) dauerte.

## 1.2. Aufbau



Am höchsten Punkt des Gletschers liegt das Nährgebiet. Nur hier, wo letztendlich auch die Eisbildung stattfindet, bleibt von dem fallenden, tauenden und gefrierenden Schnee sowie dem sich bildendem, abtauemdem Gletschereis im Jahresverlauf mehr liegen als schmilzt, so dass der Gletscher hier keine „Verluste“ macht. Im Zehrgebiet geschieht das Gegenteil, es schmilzt also insgesamt mehr von der Masse des Gletschers ab als sich



bilden kann. Nur auf der Gleichgewichtslinie, die meist mit der Firngrenze übereinstimmt, verändert sich die Masse nicht. Den letzten Teil des Gletschers nennt man Gletscherzunge, an dessen Ende das Gletschertor liegt. Hier tritt das Schmelzwasser, welches dem Gletscher als Gleitfilm dient, aus. Man bezeichnet es als Gletscherbach.

### 1.3. Formung der Landschaft

Durch den Druck, den die Gletscherschichten aufeinander ausüben, wird am Boden eine Temperatur von  $0^{\circ}\text{C}$  erreicht. Diese hat zur Folge, dass das Eis schmilzt und so einen Gleitfilm bildet, auf dem der Gletscher sich fortbewegen kann. Die daraus folgende glaziale Formung des heutigen Alpenvorlands ereignete sich in der Erdneuzeit zur Zeit der Epoche „Quartär“ vor 2,6 Millionen Jahren. Die Formung erfolgte durch die Fortbewegung des Gletschers mithilfe seiner eigenen Masse und dem als Gleitfilm dienendem Schmelzwasser. Hierbei wurden Steine und Felsblöcke eingeschlossen, die den Untergrund abschliffen. Dieses Geröll wurde mitgetragen und beim Rückzug des Gletschers zurückgelassen. Diese Hügel nennt man Moränen, wobei man – je nach Ablagerungsort in Relation zur Gletscherzunge – zwischen Grund-, End-, Seiten- sowie Ufermoränen unterscheidet. Die in den Alpen am häufigsten vorzufindenden Moränen sind Ufermoränen, die in der „Kleinen Eiszeit“ entstanden. Hierbei handelt es sich um Seitenmoränen, bei denen aufgrund des Rückzugs des Gletschers kein Gestein mehr abgelagert wird.

An Endmoränen kann man erkennen, wie weit ein Gletscher in früheren Zeiten vorgedrungen ist und erklären, wo Steine und Felsblöcke aus völlig anderen Regionen herkommen.

Zudem entstanden in muldenförmigen Becken, sogenannten Zungenbecken, Gletscherrandseen oder auch Zungenbeckenstauseen, die sich durch schmelzendes Gletscherwasser füllten. Andere Seebecken in den Alpen entstanden zwar nicht durch glaziale Auswirkungen, füllten sich aber auch mit Schmelzwasser. Daher stammt auch ihre bläuliche Farbe. Urstromtäler, die sonst häufig neben einem Gletscher durch die Schmelzwasserflüsse entstanden sind, sind im Alpenvorland nicht vorzufinden, da dieses Wasser durch die bereits vorhandenen Flüsse wie Donau, Rhein und Rhône aufgefangen wurde.

## **2. Formung der Landschaft am Beispiel Rosenheimer Land**

Ein besonders durch die Eiszeit geprägtes Gebiet ist das Rosenheimer Land im Süden Bayerns. Zur Zeit der Würmeiszeit, der letzten der vergangenen fünf Eiszeiten, die vor 100.000 Jahren einsetzte, war das Rosenheimer Land von verschiedenen Gletschern unterschiedlicher Größe bedeckt. Der Inn- sowie der Chiemseegletscher und später auch die kleineren Prien-, Gammernwald- und Leitzachgletscher stießen in den Westen nach Aying, in den Osten nach Traumstein und in den Norden nach Haag vor. An den langgestreckten Hügeln in Haag, die auf die Endmoränen der Gletscher zurückzuführen sind, lässt sich gut erkennen, wie weit der Gletscher vorgerückt ist. Vor 18.000 Jahren begann das Abschmelzen der Eiszeitgletscher. Hierbei kann man in den nächsten 2.000 Jahren eine Besonderheit erkennen: Die Gletscher bildeten immer wieder Endmoränen, die heute ringförmig vorzufinden sind. Der Schmelzvorgang lief also gestaffelt ab, und der Gletscher zog sich schrittweise zurück. Die dabei entstandenen, reißenden Schmelzwasserbäche entwickelten sich im Laufe der Zeit zu Flüssen, von denen heute auch noch einige vorhanden sind. Auf Grund der Verlagerung des Gletscherrandes und großer Ablagerungen änderten die Bäche ständig ihren Lauf und hinterließen Einschnitte in der Landschaft. Nach 2.000 Jahren beschleunigte sich das Abschmelzen und die Gletscher ließen keine Endmoränen mehr zurück. Stattdessen höhlten die vereinzelt Gletscherzungen Vertiefungen aus, die sich mit dem Schmelzwasser tausender Flüsse und Bäche füllten. Daraus entstanden zwei große Seen: der damals noch viel größere Chiemsee und der Rosenheimer See.

Das Wasser dieses Sees wurde vom Inn abtransportiert, der das Becken verlanden ließ. Hier wurde die Stadt Rosenheim gegründet. Auf dem Ur-Chiemsee schwammen noch lange Eisblöcke und sein Wasserspiegel sank erst, als die Alz mit vielen Windungen ihren heutigen Lauf durch die Endmoränen geschaffen hatte. Eine weitere Hinterlassenschaft sind die Eggstätter Seen. Diese Toteisseen entstanden aus sogenannten Toteisblöcken, Eisblöcken, die sich vom Gletscher abgetrennt hatten. Beim Schmelzen gruben sie sich in die Landschaft ein und schufen somit Becken, die sich irgendwann mit Schmelzwasser gefüllt hatten.



Ausdehnung der verschiedenen Gletscher zur Würmeiszeit



heutige Städte im Gebiet der Gletscher



End- oder Wallmoräne in Haag



Eggstätter Seenplatte

### 3. Vegetation und Tierwelt

Trotz der kalten Temperaturen und den extremen Bedingungen stellt das Gletschergebiet einen Lebensraum dar.

Direkt auf dem Gletscher ist der Gletscherfloh (*Desoria saltans*) jedoch das einzige Lebewesen, was ganzjährig dort überleben kann. Das Insekt zählt, anders als man annimmt, nicht zu den Flöhen, sondern zu den Collembolen. Es weist eine Körpergröße von 1,5 bis 2,5 Millimetern auf und kann mehrere Jahre alt werden.

Trotz seines auffälligen tiefschwarzen Erscheinungsbildes hat der Gletscherfloh in der kalten Umgebung keine natürlichen Fressfeinde. Häufig leben die Tiere in der Grenze zwischen dem Gletschereis und der Schneedecke, weil sich dort angewehrte Pflanzenreste, Pollen und Staub ansammeln, die Nahrung für sie bieten. Außerdem ernähren sie sich von Schneetalgen, die auf Grund des Massenvorkommens („Blüten“) den Schnee rot färben (Blutschnee). Damit er sich als wechselwarmes Tier vor der Kälte schützen kann, produziert er mithilfe von Zucker eine Art Frostschutzmittel, das ihm ein Überleben bei  $-15^{\circ}\text{C}$  sichert.

Auf den Moränen der Gletscher wachsen einige Farne und Blütenpflanzen:



Alpen-Gänsekresse



Gämskresse



Zwergbaldrian



Gletscher-Hahnenfuß



Zwerg-Glockenblume

In der Nähe der Gletscher findet man außerdem:



Alpenschneehuhn



Schneefink



Steinschmätzer

## 4. Glaziale Bauwerke

### 4.1. Gletscherspalten

Unter Gletscherspalten versteht man Risse im Gletschereis, die 30 bis 40 Meter tief sein können. Sie entstehen, wenn der Fluss des Eises durch Unebenheiten des Untergrundes oder unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten gestört wird.

Bei einem starken Gefälle kann die Gletscheroberfläche der Spannung nicht standhalten und reißt auf. Die daraus entstehenden Querspalten verlaufen von links nach rechts auf dem Gletscher. Häufig bewegt sich das Eis des Gletschers in der Mitte schneller hinunter als am Rand. Durch diesen Geschwindigkeitsunterschied bilden sich Längsspalten. Wenn sich diese Spalten kreuzen, entstehen große Eistürme, sogenannte Seraks, die mehrere Meter hoch werden können.



*Gletscherspalten (vorne) und Seraks (hinten) am Allalingletscher, Schweiz*

Allerdings resultiert aus dem Auftreten dieser Gebilde eine Lebensgefahr für Bergsteiger, besonders für unerfahrene. Beim Besteigen von Gletschern, die durch vorherigen Schneefall durch ebendiesen bedeckt sind, sind die Spalten nicht zu erkennen. Doch auch bei aperen<sup>1</sup> Gletschern ist eine Gefahr durch unsichere Spaltenränder gegeben. Es besteht somit das Risiko abzustürzen, wobei man sich zum einen tödliche Verletzungen zuziehen kann und zum anderen bei einem glimpflichen Sturz ohne zeitnahe Rettung erfrieren kann. Aus diesem Grund sollte man eine Gletschertour immer mindestens zu Zweit und mit angemessener Ausrüstung planen und durchführen. Seraks sind aus dem Grund gefahrenbringend, da sie einstürzen und dabei die Besteigenden treffen können. Die draus resultierenden Verletzungen sind nicht selten tödlich.

---

<sup>1</sup> schneefrei, nicht mit Schnee bedeckt

## 4.2. Gletscherhöhlen

Gletscher- oder Eishöhlen sind bewundernswerte Erscheinungen innerhalb eines Gletschers. Viele Besucher sind von den magisch scheinenden, blau schimmernden Eingängen zu ihnen sehr angetan.

Die Gletscherhöhlen finden den Anfang ihrer Entstehung bei Gletscherspalten. Wenn Regen- oder Schmelzwasser in diese gelangt, höhlt es den Schacht, der dann Gletschermühle genannt wird, immer weiter spiralförmig aus und vergrößert ihn so auf einen Durchmesser von 10 Metern. Die Höhlengänge können von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Metern groß sein und verlaufen parallel zum Untergrund. Die Gletschermühlen stellen die Zugänge zur Außenwelt dar. So können weit verzweigte Höhlensysteme entstehen. Das größte erfasste Gebiet erstreckte sich über eine Länge von 13 Kilometern in den USA. Normalerweise bleiben viele Höhlen unentdeckt, weil sie sich selten so stark vergrößern oder die Gletscherzunge erreichen. Erst durch die von Menschen verursachte Erderwärmung fällt mehr Niederschlag in Form von Regen und das Wasser gräbt sich den Weg zum Gletscherrand. Eine große, bekannte und auch für Touristen begehbare Höhle befindet sich am Hintertuxer Gletscher in Tirol.

Häufig befindet sich in diesen Eishöhlen ein Bach oder ein See, obwohl man annehmen würde, dass die Temperaturen dort unter dem Gefrierpunkt liegen. Tatsächlich liegt die innere Lufttemperatur aber nahezu konstant bei 0°C oder knapp darüber. Dieses Phänomen ist auf den Druck, den das Eis ausübt und auf die Selbstisolierung des Eises zurückzuführen. Man kann sich das ähnlich zum Schlittschuhlaufen vorstellen, bei dem man auf einem dünnen Film aus Wasser, den man durch sein eigenes Körpergewicht verursacht hat, gleitet.

Im Gegensatz zu Höhlen aus Gestein sind nicht alle Gletscherhöhlen vollständig dunkel. Durch besondere Lichtverhältnisse in eingeschlossenen Luftbläschen und die Klarheit des Gletschereises kann man in vielen Höhlen zumindest streckenweise auch ohne künstliches Licht etwas sehen. Viele Besucher bewundern Gebilde wie Brücken, Bögen und grotesk geformte Skulpturen aus ungewöhnlich glattem Eis, die durch den Wind geformt wurden.

Auch die Höhlen bergen Gefahren, sodass man sie nur im Rahmen Führung betreten sollte. Besonders im Sommer können Deckenteile der Höhle durch die Schmelze

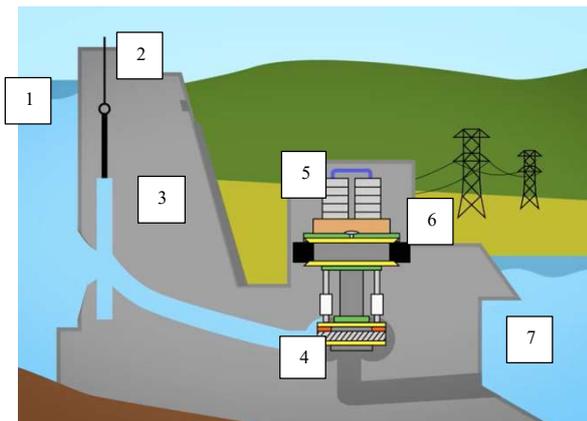
abstürzen oder kleine Rinnsale aus Schmelzwasser zu reißenden Strömen anschwellen. Auch die Fließgeschwindigkeit spielt eine Rolle, da sich die Höhlengänge innerhalb eines Tages verändern können. Dies ist in den Gletschern Grönlands jedoch ein viel größeres Problem, da diese sich pro Tag ca. 30 Meter fortbewegen, soweit wie Alpengletscher innerhalb eines Jahres.

## **5. Wirtschaftliche Nutzung**

Die wirtschaftliche Nutzung der Gletscher liegt zum einen sowohl in der Stromerzeugung als auch in der Bewässerung durch Schmelzwasser, zum anderen lebt das Gletscher-/Alpengebiet vom Tourismus.

Bei der Stromerzeugung wird das Schmelzwasser vom Gletscher in einem Stausee aufgefangen, an dessen Ende eine Staumauer gebaut wurde. In dieser befinden sich eine verschließbare Öffnung sowie mehrere Turbinen. Hat sich genug Wasser in dem See angesammelt, wird der Verschluss, mit dem das Wasser zurückgehalten wurde, geöffnet, und das Wasser gelangt zu den Turbinen. Durch den hohen Druck werden diese stark gedreht. Die kinetische Energie des Wassers wird in elektrische Energie umgewandelt, womit dann umliegende Häuser versorgt werden (s. untere Grafik). Außerdem wird das Wasser im Rahmen der sogenannten Schmelzwasserbewässerung zur Bewässerung von Feldern und Äckern genutzt. Darüber hinaus wird es auch als Trinkwasser eingesetzt.

Der andere Teil der wirtschaftlichen Nutzung spiegelt sich im Tourismus wider, wobei die Gletscher der Alpen besonders im Winter und im Frühjahr beliebte Urlaubsziele für Skifahrer und Wintersportler darstellen. Mehrere tausend Besucher kommen jährlich in die Gletschergebiete der Alpen, um dort Ski zu fahren, an Führungen teilzunehmen oder die dort herrschende Idylle und die hohen Erholungswerte zu genießen.



1. angesammeltes Wasser im Stausee
2. geöffneter Verschluss
3. Staumauer
4. Turbine
5. Stromgenerator
6. Verteiler des gewonnenen Stroms
7. Ablaufbecken

## 6. Der Klimawandel und seine Folgen

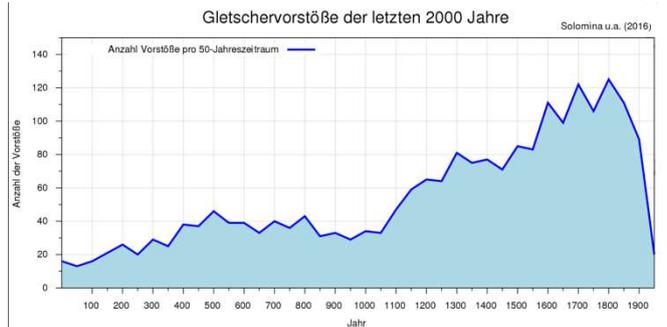
Seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist eine deutliche Rückbildung von nahezu allen Gletschern aus jeder Region der Welt zu beobachten. Diese wird als Gletscherschwund oder Gletscherschmelze bezeichnet, die einen langfristigen Massenverlust der Gletscher beinhaltet, der nichts mit der natürlichen Schneeschmelze im Frühjahr/Sommer zu tun hat. So haben zum Beispiel die Alpengletscher in den letzten 150 Jahren ein Drittel ihrer Fläche und im Zeitraum von 1901 bis 2011 die Hälfte ihres ursprünglichen Volumens verloren. Dieser Prozess ist größtenteils auf die globale Erwärmung der Erde und den durch Menschen verursachten Treibhauseffekt zurückzuführen. Eine weitere Ursache von geringerer Bedeutung stellt Kryokonit, ein dunkler Oberflächenstaub, dar. Durch Winde wird er durch die Atmosphäre transportiert und lagert sich weltweit auf Gletschern ab. Aufgrund seiner dunklen Farbe absorbiert er das Sonnenlicht und verringert die Albedo<sup>2</sup> des Gletschers, so dass dieser schneller schmilzt. Das gleiche Phänomen lässt sich bei der Ausbreitung des Gletscherfloh sowie durch Rußpartikel, die 1850 in den Alpen vermehrt freigesetzt wurden, beobachten. Ohne diese wären die Gletscher dort vermutlich noch bis ungefähr 1910 gewachsen.

---

<sup>2</sup> das Rückstrahlungsvermögen nicht leuchtender Oberflächen

Innerhalb der Klimageschichte gab es immer wieder natürliche Klimaveränderungen mit Vorstößen und Rückzügen der Gletscher.

In der Grafik kann man erkennen, dass die Zahl der Vorstöße vom Jahr 0 bis zum Jahr 1000 mit Ausnahme von ein paar kleinen Schwankungen auf niedrigem Niveau



Die Zahl der Gletschervorstöße nahm ab 1100 zu, seit Beginn der Industrialisierung sinkt sie ungewöhnlich rasch.

konstant blieb. Ab Ende des Mittelalters stieg sie mit ein paar kleinen Schwankungen bis 1800 von 30 auf mehr als 120 Vorstöße pro 50-Jahreszeitraum an. Nach der Kleinen Eiszeit sinkt die Anzahl bis heute stärker als je zuvor, was kein Teil einer natürlichen Klimaveränderung sein kann.

Sehr gut erkennen lässt sich der Gletscherschwund am flächenmäßig größten und längsten (knapp 23 Kilometer langen) Gletscher der Alpen, dem Großen Aletschgletscher. Obwohl er durch seine enorme Größe eine große Trägheit bei Temperaturschwankungen erreicht, hat sich seine Oberfläche von rund 163 km<sup>2</sup> in 1863 bis heute auf 81,7 km<sup>2</sup> deutlich verkleinert. Außerdem büßte er seit 1870 ungefähr drei Kilometer seiner Länge und seit der Jahrtausendwende 100 Meter seiner Eisdicke ein. So, wie viele andere Gletscher auch, wird er voraussichtlich im Jahr 2100 verschwunden sein. Die Folgen der Gletscherschmelze begegnen uns schon heute. So können die freigelegten Felder aus lockerem Gestein, sogenannte Schuttareale, bei Starkregen als Erdrutsche und Murgänge die Täler und Anwohner gefährden.

Zudem verschiebt sich die Permafrostgrenze weiter nach oben, was instabile Böden und Bergstürze (s. Foto) zur Folge hat. Ebenso können durch Wirbelstürme, orkanartige Sturmböen, schnelle Wechsel von Warm- und Kaltluft sowie durch starke Schneefälle Riesenlawinen entstehen. Da die Gletscher überhängende Bergteile und Felsblöcke stützen,



können diese durch das Wegschmelzen nicht mehr gehalten werden und stürzen ab. Derzeit werden im gesamten Alpenraum etwa 2 Millionen Kubikmeter (das entspricht ungefähr 5 Millionen Tonnen) Gestein durch das Auftreten dieses Phänomens als absturzgefährdet eingestuft. Die Pegel großer europäischer Flüsse wie Rhein, Rhône und Po, die ihren Ursprung in den Alpen haben, steigen durch die zunehmende Menge an Schmelzwasser, wodurch sich die Gefahr von Überschwemmungen erhöht, besonders in nahegelegenen Tälern. Das größte

Problem sind allerdings die schwindenden Trinkwasserreserven. Wenn große Teile der Alpengletscher in kurzer Zeit abschmelzen, kann das freigewordene Süßwasser nicht vollständig gewonnen werden, weil es beispielsweise über die Ufer der Flüsse tritt. Somit bleiben große Massen wertvollen Trinkwassers ungenutzt. Durch den kontinuierlichen Masseverlust der meisten Gletscher sind die Wasserreserven dieser Quellen in absehbarer Zeit aufgebraucht, was große Teile der umliegenden Bevölkerung betrifft.

## **7. Fazit**

Gletscher sind faszinierende Naturerscheinungen, die ihren Ursprung vor mehr als zweieinhalb Millionen Jahren fanden. Einige sind weiter ins Innere des Landes vorgedrungen, andere wurden gezwungen, „sich zurückzuziehen“. Besonders heute, wo ihre Existenz stark bedroht ist, sollte man sich mit ihnen auseinandersetzen, um zu verstehen, was ein Verlust für die Natur und auch für die Menschen bedeuten würde.

## 8. Literaturverzeichnis

### 0. Titelseite

- <https://www.familienleben.ch/ausfluege/outdoor/die-schoensten-gletscher-der-schweiz-6119>

### 1. Entstehung

- <https://www.spick.ch/dein-spick/artikel/wie-entsteht-ein-gletscher/>
- [https://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Gletscher\\_in\\_den\\_Alpen](https://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Gletscher_in_den_Alpen)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Gletscher>
- [https://www.alpin.de/home/news/27500/artikel\\_durch\\_die\\_eiszeit\\_-\\_in\\_zwei\\_minuten.html](https://www.alpin.de/home/news/27500/artikel_durch_die_eiszeit_-_in_zwei_minuten.html)
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Klimageschichte>
- <https://www.klett.de/alias/1014758>
- <https://www.wissen.de/gletscher>
- [https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Gletscher\\_gestalten\\_die\\_Landschaft.html](https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Gletscher_gestalten_die_Landschaft.html)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Glaziale\\_Serie](https://de.wikipedia.org/wiki/Glaziale_Serie)

### 2. Formung der Landschaft am Rosenheimer Land

- <https://youtu.be/flQOFUiSsCc>
- <https://youtu.be/MSQMpVQPhnY>
- <https://www.br.de/mediathek/video/spuren-der-eiszeit-bayern-als-produkt-der-gletscher-av:5c7e92d87667ec00184c7b03>
- <https://www.deutschlands-natur.de/lebensraeume/felsen-hoehlen/permanente-gletscher/>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Schneealge>
- <https://m.simplyscience.ch/teens-liesnach-archiv/articles/ein-leben-im-eis-der-heldenhafte-gletscherfloh.html>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Gletscherfloh>

#### Bildquellen:

- <https://www.naturpark-oetztal.at/wissen/natur-im-fokus/pflanzen/gletscher-hahnenfuss/>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Alpen-Gänsekresse>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Zwerg-Glockenblume>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Gämskresse>
- <https://www.herbarium-online.ch/pflanzenverzeichnis/zwerg-baldrian.html>

3. Vegetation und Tierwelt

- <https://www.planet-wissen.de/natur/klima/gletscher/gletscher-was-ist-das-100.html>

4. Klimawandel und seine Folgen

- [http://www.gletscherarchiv.de/die\\_folgen/](http://www.gletscherarchiv.de/die_folgen/)
- [https://de.wikipedia.org/wiki/Gletscherschwund\\_seit\\_1850](https://de.wikipedia.org/wiki/Gletscherschwund_seit_1850)

5. Glaziale Bauwerke

- <https://www.swisseduc.ch/glaciers/alps/allalingsletscher/index-de.html> (Bild)
- <https://hochistgut.blogspot.com/2009/12/was-in-aller-welt-sind-gletscherhohlen.html>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Gletscherspalte>

6. Wirtschaftliche Nutzung

- [https://www.planet-wissen.de/natur/gebirge/der\\_mensch\\_in\\_den\\_alpen/oekotourismus-100.html](https://www.planet-wissen.de/natur/gebirge/der_mensch_in_den_alpen/oekotourismus-100.html)
- [https://www.energie-lexikon.info/img/stausee\\_curnera.jpg](https://www.energie-lexikon.info/img/stausee_curnera.jpg) (Bild)
- <https://youtu.be/ccVv8BBEtVE>
- <https://youtu.be/ccVv8BBEtVE>