

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Definition und Erklärung des Wortes Gletscher</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Grundbegriffe der Gletscherkunde</b> .....	<b>5</b>
3.1 Entstehung von Gletschereis.....	5
3.2 Der Aufbau eines Gletschers.....	6
3.3 Typen der Vergletscherung.....	7
3.4 Die Gletschereisbewegung.....	8
3.5 Die Moränenbildung.....	8
3.6 Gletscherspalten.....	10
3.7 Schmelzwässer und Gletschertor.....	11
3.8 Das Gletschervorfeld.....	11
3.9 Ablationsvoll- und Ablationshohlformen.....	12
3.10 Die Massenbilanz.....	12
3.11 Die Energiebilanz.....	13
<b>4. Das Klima GESTERN - HEUTE – MORGEN</b> .....	<b>14</b>
4.1 Die Klimageschichte.....	14
4.2 Die heutige Klimaproblematik.....	19
4.3 Der anthropogene Treibhauseffekt .....	21
4.4 Das Kyoto – Protokoll.....	22
4.5 Die Klimakonferenz auf Bali.....	23
4.6 Die Zukunft der Alpengletscher.....	23
<b>5. Der Eiskargletscher in den Karnischen Alpen</b> .....	<b>25</b>
5.1 Gliederung der Karnischen Alpen .....	25
5.2 Die Geologie der Karnischen Alpen.....	25
5.2.1 Der geologische Aufbau der Kellerwand.....	29

5.3 Der Klimacharakter der Region.....	30
5.3.1 Die Niederschlagsverhältnisse im Karnischen Hauptkamm.....	30
5.3.2 Die Niederschlagssituation im Raum Plöckenpass und Eiskar.....	32
5.3.3 Die Temperaturverhältnisse im Bereich des Eiskars.....	34
5.4 Lage und Umrandung des Eiskargletschers.....	35
5.5 Die Dokumentation des Eiskargletschers in Karten und Plänen.....	37
5.6 Forschungen und Messungen am Eiskargletscher im zeitlichen Ablauf.....	37
5.7 Gesamtvermessung des Eiskargletschers 1994 und 1997 .....	40
5.8 Mess- und Beobachtungsmethoden.....	42
5.8.1 Die Längenänderung des Gletschers.....	42
5.8.2 Die Höhenänderung der Gletscheroberfläche.....	43
5.8.3 Die Bewegung des Eiskargletschers.....	44
5.9 Das Haushaltsjahr 2006/07.....	45
5.9.1 Niederschlagsverhältnisse .....	45
5.9.2 Das Aussehen des Gletschers am Messtag.....	47
5.10 Das Gletscherverhalten von 1992 bis 2007.....	51
<b>6. Interview mit Herrn Freidl Emmerich.....</b>	<b>52</b>
<b>7. Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>56</b>
<b>8. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>57</b>

**Titelbild: Blick ins Eiskar von der Gabelescharte (Blickrichtung: West)**

**Foto: Salcher Sabrina**

## **1. Einleitung**

Der Eiskargletscher in den Karnischen Alpen liegt seit jeher in der geografischen Sichtweite der Bewohner des oberen Gailtales, doch trotzdem wissen nur wenige, dass er überhaupt existiert.

Ich persönlich kannte das Eiskar bereits von Erzählungen meines Vaters, der in diesem Gebiet öfters unterwegs ist.

Aufgrund des Interesses, das dieser Gletscher in mir erweckte, reifte in mir im Jahre 2007 der Entschluss, eine Fachbereichsarbeit über dieses nur wenige Kilometer von meinem Heimatort entfernt gelegene Gebiet des Eiskars zu schreiben.

Für ein besseres Verständnis habe ich zu Beginn meiner Arbeit versucht, die Grundbegriffe der Gletscherkunde zu klären. Daraufhin folgt ein ausführliches Kapitel über die Klimageschichte der Erde. Dieses Kapitel ist deshalb so ausführlich beschrieben, da es unmittelbar mit meinem Thema zusammenhängt. Schließlich sind es die Klimaschwankungen, die Gletscher vorstoßen und wieder abschmelzen lassen.

Im Zentrum meiner Arbeit steht jedoch der im Kapitel 5 behandelte Eiskargletscher. Da es über den Eiskargletscher selbst nur wenig Literatur gibt, habe ich im Laufe meiner Arbeit die notwendigen Informationen aus verschiedensten wissenschaftlichen Zeitungen und den jährlichen Gletschermessberichten zusammengesucht. Dabei kam mir zu gute, dass ich bei der Gletschervermessung am 7. September 2007 dabei sein und aktiv mitwirken durfte. Auf diesem Wege konnte ich den Eiskargletscher und das unmittelbar umliegende Gebiet kennen lernen.

Ich habe versucht, meine persönlichen Erkenntnisse und Eindrücke, die ich vor Ort gewonnen habe, in die vorliegende Arbeit einfließen zu lassen.

Im Rahmen meiner Arbeit habe ich verschiedenste Arbeitsmethoden angewendet. Neben dem Studium der Literatur, wurden viele Anrufe getätigt und ausführliche Gespräche geführt. Außerdem recherchierte ich an der Karl Franzens – Universität in Graz, wo ich mich am 30. Oktober 2007 mit Universitätsprofessor Dr. Lieb Gerhard Karl traf und eine allgemeine Unterhaltung über diese Thematik führte.

Für ein besseres Verständnis und um die Arbeit anschaulicher zu gestalten, habe ich sie mit zahlreichen Abbildungen, Tabellen und Karten versehen.

Mein primäres Ziel ist es, mit meiner Arbeit den interessierten Lesern, den Eiskargletscher und dessen atemberaubende Umgebung näher zu bringen. Ich hoffe, das gelingt mir mit der vorliegenden Fachbereichsarbeit.

Ich persönlich konnte durch den Besuch des Eiskars und der Mitwirkung an der Vermessung einen Einblick in die Technik des Vermessungswesens gewinnen und das wunderschöne Gebiet rund um den Gletscher kennen lernen.

Ein weiterer, persönlicher Höhepunkt war die Neuanlage des Messpunktes SO7 im Rahmen des Besuches am Eiskargletscher am 7. September 2007.

Wenn ich am Beginn dieser Arbeit Dank sagen darf, so gilt dieser meinem Geografieprofessor Herrn Dr. Schuller Andreas, der meine Arbeit mit viel Interesse und verschiedenen Ratschlägen betreute, mir jedoch einen freizügigen Gestaltungsfreiraum gelassen hat.

Ein besonderer Dank gilt auch Herrn Mag. Hohenwarter Gerhard, der mich im September zur Vermessung mitgenommen und mir außerdem wissenschaftliche Literatur über den Eiskargletscher zur Verfügung gestellt hat.

Weiters möchte ich Herrn Freidl Emmerich recht herzlich danken, der mir im Rahmen eines Interviews persönliche Informationen über den Gletscher gegeben hat.

Mein Dank gilt auch den Herren Lederer Heinz aus Kötschach und Herrn Mag. Dr. Kottek Markus von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, die mir verschiedene klimatische Messdaten von Kötschach–Mauthen und von der Messstation beim Plöckenhaus übermittelten.

## **2. Definition und Erklärung des Wortes Gletscher**

Gletscher sind Massen aus körnigem Firn und Eis, die sich unter dem Einfluss der Schwerkraft langsam talwärts bewegen und dabei zunehmend von der Ablation, der Abschmelzung, aufgezehrt werden.

Laut österreichischem Gletscherkataster 1969 sollen jene Eisfelder als Gletscher bezeichnet werden, die

- größer als 1 Hektar sind und
- gleichzeitig eindeutige Merkmale eines Gletschers, z.B. Gletscherspalten und Moränen, aufweisen.<sup>1</sup>

Das Wort selbst wurde vom Lateinischen „glacies“ (dies bedeutet „Eis“) abgeleitet und fand erstmals 1507 in einer Schweizer Chronik Berücksichtigung. Innerhalb Österreichs sind auch andere Bezeichnungen für Gletscher gebräuchlich. So werden sie beispielsweise in Tirol als „Ferner“ (abgeleitet vom althochdeutschen Wort firn = alt) und weiter südöstlich der Alpen in Salzburg und Kärnten als „Kees“ (ebenfalls aus dem Althochdeutschen abgeleitet: „ches“ = Eis, Kälte) bezeichnet.

Außerhalb Österreichs sind Bezeichnungen wie „glacier“ (Frankreich), „Bre“ oder „Brä“ (Norwegen), „Jökull“ (Island), „Sermek“ (Grönland) oder „Lednik“ (Russland) üblich.<sup>2</sup>

## **3. Grundbegriffe der Gletscherkunde**

### **3.1 Entstehung von Gletschereis**

Schnee ist das Ausgangsmaterial für Gletschereis. Zur Bildung von nur 1 cm Eis sind 80 cm Neuschnee erforderlich. Das Verhältnis Schnee : Eis beträgt somit 80 : 1. Gletscher entstehen im Allgemeinen dort, wo im Winter und Frühjahr mehr Schnee abgelagert wird, als im Sommer abschmelzen kann. Die Eisbildung

---

<sup>1</sup> Lang Helmut, Lieb Gerhard: Die Gletscher Kärntens, Klagenfurt 1993, 19.

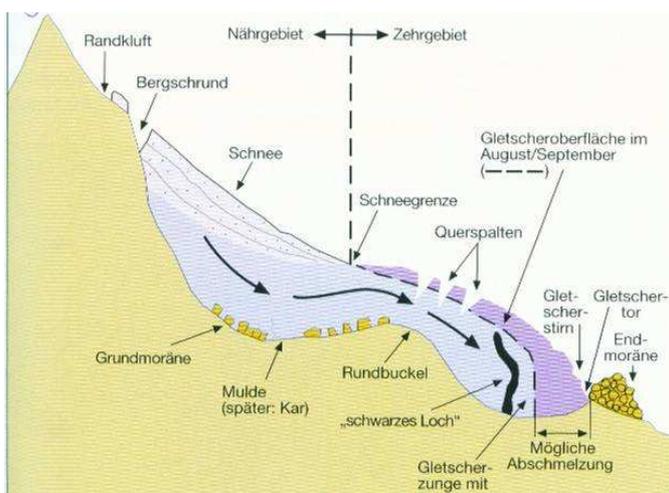
<sup>2</sup> Fraedrich Wolfgang: Spuren des Eises, Berlin Heidelberg 1996, 9f.

vollzieht sich am schnellsten in den Sommermonaten, wenn sich die feinstrahligen Schneekristalle durch den Vorgang der Regelation in körnigen Firn verwandeln. Die Regelation bedeutet das Schmelzen und Antauen von Schnee und Gletschereis bei Druckzunahme und das Wiedergefrieren bei Druckabnahme. Neuerliche Niederschläge üben Druck auf die Firnschicht aus und pressen sie zusammen. Durch den Druck entstandene Schmelzwässer dringen in diese Firnschicht ein und vergrößern bei erneutem Gefrieren die Firnkörner, wodurch auch der Luftanteil geringer wird. Auf diese Weise entsteht aus Firn Gletschereis. Zusammenfassend kann man sagen, dass die Umwandlung von Schnee zu Eis, auch Metamorphose genannt, in 3 Phasen erfolgt:

- Verdichtung der Schneedecke
- Verfirnung (Schnee -> Firn)
- Gletschereisbildung (Firn -> Gletschereis)

Je nach vorherrschender Luftfeuchtigkeit und der Temperatur des Schnees (Werte variieren von Region zu Region) kann die Entstehung von Gletschereis drei bis 100 Jahre dauern.<sup>3</sup>

### 3.2 Der Aufbau eines Gletschers



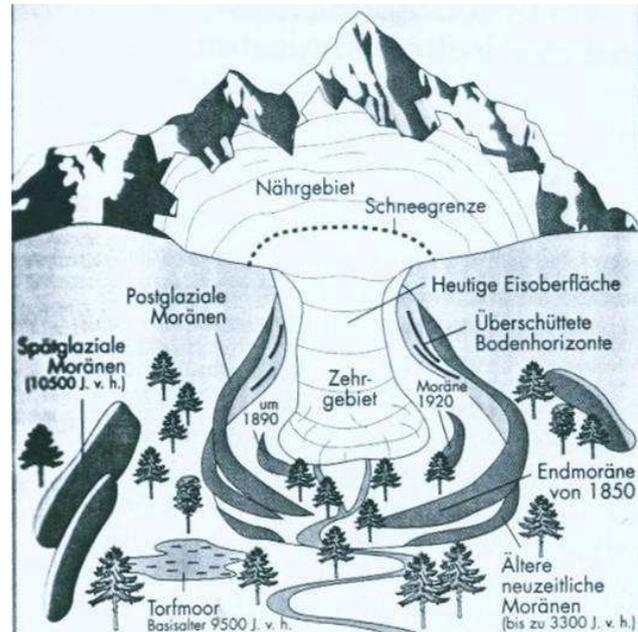
**Abb. 1: Schnitt durch einen Gletscher**

Quelle: Wohlschlägl Helmut: Durchblick 7, 31.

Ein Gletscher lässt sich grundsätzlich in zwei Hauptabschnitte gliedern. Im höher gelegenen Teil, dem **Nährgebiet**, fällt mehr Niederschlag in Form von Schnee als durch Verdunstung und Abschmelzung (Ablation) verloren geht. Der Massenhaushalt ist positiv. Deshalb erfolgt in diesem Gletscherabschnitt auch hauptsächlich die im Kapitel 3.1

<sup>3</sup> Fraedrich Wolfgang: Spuren der Eiszeit, Berlin/Heidelberg 1996, 8f.

beschriebene Umwandlung von Schnee in Gletschereis. Vom Nährgebiet fließen die Eismassen talwärts ins **Zehrgebiet**. Aufgrund der negativen Massenbilanz in diesem Abschnitt schmilzt der Gletscher besonders in den wärmeren Sommermonaten stark ab oder apert sogar aus. Die Grenze zwischen dem Nährgebiet und dem Zehrgebiet wird als Schneegrenze, Firnlinie oder Gleichgewichtslinie bezeichnet.<sup>4</sup>



**Abb. 2: Nährgebiet und Zehrgebiet**

Quelle: Fraedrich Wolfgang: Spuren der Eiszeit, 32.

### 3.3 Typen der Vergletscherung

Wenn sich Gletscher den Formen des Reliefs anpassen, spricht man von einer (dem Relief) untergeordneten Vergletscherung. Diese, vor allem im Gebirge auftretende Vergletscherungsform kann als *Gehängegletscher* eine Nische im Gehänge, als *Talgletscher* verschiedengroße Täler ausfüllen oder als *Vorlandgletscher* bis ins Vorland des Gebirges hinausreichen.

*Plateaugletscher*, welche flach geformte Gebirge überlagern und die *Inlandeise*, die ganze Länder fast vollständig unter sich begraben, sind hingegen reliefunabhängig, das bedeutet, sie gehören zum Typus der (dem Relief) übergeordneten Vergletscherung. Die Vergletscherungsform des Eisstromnetzes steht zwischen der unter- und übergeordneten Vergletscherung, denn die Talzüge des Untergrundes gliedern die Hauptstränge und bestimmen die Gefällerrichtung.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Fraedrich Wolfgang: Spuren des Eises, Berlin/Heidelberg 1996, 11.

<sup>5</sup> Louis Herbert: Allgemeine Geomorphologie, Berlin 1961, 160f.

### 3.4 Die Gletschereisbewegung

Die Fließgeschwindigkeit der Alpengletscher liegt durchschnittlich bei 20 – 200 m pro Jahr. Gletscher außerhalb der Alpen erreichten schon weitaus höhere Geschwindigkeiten von beispielsweise 7 km jährlich (Grönland) bis hin zu Spitzengeschwindigkeiten von 12 km in nur drei Monaten (Kutiakgletscher 1953).<sup>6</sup> Die weite Streuung der Fließgeschwindigkeiten von einzelnen Gletschern ist abhängig vom Gefälle an der Gletschersonhle, von der Beschaffenheit des Untergrundes, vom Querschnitt und von der Mächtigkeit der Eismasse.

Dies sind die ausschlaggebenden Faktoren für den Fluss des Eises.

Auch die Fließgeschwindigkeit innerhalb eines Gletschers variiert. Oberhalb der Firnlinie nimmt sie zu, unterhalb davon wieder ab. Am Rande des Gletschers ist sie kleiner als in der Mitte und an der Basis des Nährgebietes ist sie größer als im unteren Teil der Eismasse, dem Zehrgebiet. Dort ist jedoch die Geschwindigkeit der Eismassen an der Oberfläche wesentlich höher als im Nährgebiet. Auch bei Verengungen des Querschnittes fließt das Eis schneller.

Weiters hängt die Art der Eisbewegung auch mit der Temperatur des Eises zusammen. Man unterscheidet dabei zwischen langsam fließenden, temperierten Gletschern und den schneller fließenden, kalten Gletschern. Erstere haben eine strömende Bewegung und fließen deshalb wie eine zähe Masse (sie haben eine puddingähnliche Konsistenz) talwärts. Kalte Gletscher hingegen bewegen sich wie elastische Blöcke, weshalb sie auch als Blockschollen- oder Blockgletscher bezeichnet werden. Anders als Wasser kann Gletschereis auch aufwärts fließen. Diese Aufwärtsbewegung tritt auf, wenn die Schubkraft des Eises, auch Firnfelddruck genannt, im Nährgebiet groß genug ist, um das Zehrgebiet bergan zu ziehen.<sup>7</sup>

### 3.5 Die Moränenbildung

Als Moränenmaterial werden die gesamten Fremdmaterialeinschlüsse im Gletschereis bezeichnet, welche durch Steinschläge und Bergstürze von steilen

---

<sup>6</sup> Bachmann Robert C.: Die Gletscher der Alpen, Bern 1978, Seite 11

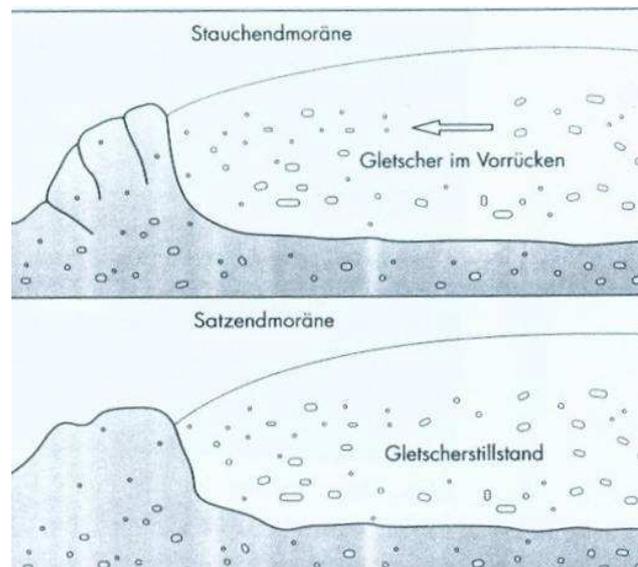
<sup>7</sup> Fraedrich Wolfgang: Spuren der Eiszeit, Berlin Heidelberg 1996, 14f.

Felswänden der Umgebung als Gesteinsschutt herabfallen. Je nachdem, in welchem Bereich des Gletschers dieses Gesteinsmaterial zum Liegen kommt bzw. wohin es von der Eismasse transportiert wird, spricht man von Ober-, Seiten-, Mittel-, Innen-, Ufer- oder End- bzw. Stirnmoränen. Wenn Gesteinsschutt beispielsweise als Verwitterungsmaterial von felsigen Erhebungen ringsum auf die Oberfläche des Gletschers fällt, bezeichnet man dies als Obermoräne eines Gletschers. Es wird dabei nicht differenziert, ob die Moräne im Nährgebiet durch Steinschlag oder im Zehrgebiet durch ausapernde Grundmoränen akkumuliert (angehäuft) wird. Die Einbettung einer Obermoräne in die Schnee- bzw.

Firnschicht und letztendlich in das „ewige Eis“ eines Gletschers kann stattfinden, wenn sich das Moränenmaterial oberhalb der Schneegrenze also im Nährgebiet befindet. Sie wird so zur Innenmoräne, die in den folgenden Jahren bzw. Jahrzehnten im Zehrgebiet wieder austaut. Grundmoränen werden, wie der Name schon sagt, am Grunde eines Gletschers transportiert. Das Gesteinsmaterial stammt entweder

vom Untergrund selbst oder ist durch die Bewegung des Gletschers bis zum Untergrund gelangt. Dort erfährt das Material selbst sowie der Untergrund starke Abnützung, die nach dem Abschmelzen des Gletschers an den rund geformten Steinen und an dem meist ausgeschliffenen Tal (durch die enormen Kräfte, welche das Gletschereis auf seinen Untergrund ausübte, entstanden aus den ursprünglich von Flüssen geformten V-Tälern, U-Täler bzw. Trogtäler, wie z.B. im Wallis) erkennbar ist.

Staut sich Untermoränenmaterial an den Seiten von Gletschern an, wird dies als Seitenmoräne bezeichnet. Wird das Material jedoch an den Seiten des Gletschers abgelagert, spricht man von Ufermoränen. Am Zungenende, auch Gletscherstirn



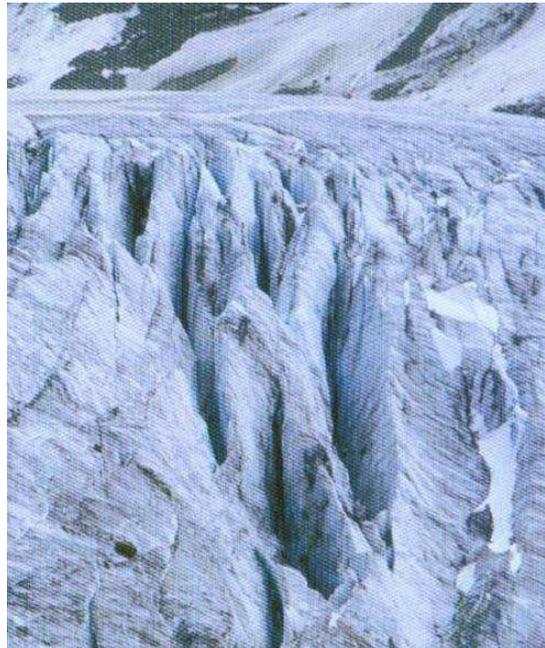
**Abb. 3: Endmoränen**

Quelle: Fraedrich Wolfgang: Spuren der Eiszeit, 66.

genannt, entstehen markante Endmoränen- bzw. Stirn­moränenwälle.<sup>8</sup> Man unterscheidet zwei Arten von End-/Stirn­moränen. Bei positivem Massen­haushalt ist das Eis noch im Vorrücken. Durch den anhaltenden Schiebedruck wird das Material an der Gletscherstirn gestaucht. Daher auch der Name Stauchendmoräne. Die Satz­endmoräne hingegen entsteht nur bei einem ausgeglichenen Massen­haushalt, das bedeutet, wenn sich das Abschmelzen im Zehrgebiet und der Eis­nachschub im Nährgebiet die Waage halten. Das mitgeführte Material wird am Eisrand lediglich abgesetzt<sup>9</sup> (siehe Abb. 3, Seite 9).

### 3.6 Gletscherspalten

Gletscherspalten entstehen durch Unebenheiten des Untergrundes und bzw. oder durch die unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten innerhalb eines Gletschers. Durch Zugspannungen öffnen sich feine Risse, im Firn unmerklich, im Gletschereis hingegen mit dumpfem oder scharfem Knall, die sich allmählich vergrößern und (wenn es sich um Oberflächenspalten handelt) höchstens eine Tiefe von 80 m erreichen. Die nach oben hin offenen Querspalten, man nennt sie auch *V-Spalten*, bilden sich über konvexen Geländestufen. Die gefährlichen *A-Spalten* (Grund- oder Innenspalten), die die Oberfläche nie erreichen, bilden sich hingegen, wenn das Gletschereis konkave Mulden durchfließt. Bedingt durch die langsamere Fließgeschwindigkeit der Eismassen zum Rande hin, entstehen bei den langsam fließenden, temperierten Gletschern die sogenannten *Randspalten*. Sie sind ungefähr 45° gletschereinwärts gerichtet. Verbreitert sich die Eismasse im Gletscherzungegebiet, können *Längsspalten*, am Zungenende auch *Radialspalten* auftreten.<sup>10</sup>



**Abb. 4: Gletscherspalten**

Quelle: Slupetzky Heinz, Bedrohte Alpengletscher, 32.

<sup>8</sup> Louis Herbert: Allgemeine Geomorphologie, Berlin 1961, 166ff.

<sup>9</sup> Fraedrich Wolfgang: Spuren der Eiszeit, Berlin Heidelberg 1996, 66f.

<sup>10</sup> Neef Ernst: Die Geschichte der Erde, Leipzig 1966, 620f.

### 3.7 Schmelzwässer und Gletschertor



**Abb. 5: mäandrierendes Rinnsal**

Quelle: Slupetzky Heinz, Bedrohte Alpengletscher, 55.

Schmelzwässer sammeln sich an der Oberfläche des Gletschers zu Rinnsalen und Bächen zusammen und schneiden sich dann, stark mäandrierend, in das Gletschereis ein. Oft schon nach kurzer Zeit verschwinden diese Schmelzwässer wieder in den Gletscherspalten und dringen bis zum Gletschergrund vor. Dort bewegen sie sich in einem subglazialen Entwässerungssystem unter hohem Druck in Richtung Gletschertor und brechen als Gletscherbach aus dem Eis wieder an die Oberfläche.<sup>11</sup>

Das Gletschertor befindet sich am Zungenende des Gletschers und entsteht, wenn das abfließende Schmelzwasser einen größeren tunnelartigen Hohlraum ausschürft. Bei Talgletschern gibt es generell nur ein Gletschertor, alle anderen Gletschertypen weisen mehr Gletschertore auf.

Kleine Unebenheiten auf der Gletscheroberfläche lösen Wirbelbewegungen des sich dort befindenden Wassers aus, woraufhin dieses im Laufe der Zeit zylindrische Röhren bildet, durch die es subglazial „ausstrudelt“. Diese zylindrischen Ausschürfungen nennt man Gletschermühlen.



**Abb. 6: Gletschertor**

Quelle: [http://www.meteoradar.ch/forum/forum\\_uploads/inprivat/20060801\\_162853\\_Michael\\_Untersee.jpg](http://www.meteoradar.ch/forum/forum_uploads/inprivat/20060801_162853_Michael_Untersee.jpg)

### 3.8 Das Gletschervorfeld

Das Neuland, das beim Rückzug von Gletschern entsteht, nennt man Gletschervorfeld. Dieses Gebiet sticht in der Natur, vor allem wegen seiner

---

<sup>11</sup> Freidl Emmerich, mündliche Mitteilung

scharfen Begrenzung durch Moränen, ins Auge. Das Gletschervorfeld fällt auch durch seine abrupte Vegetationsgrenze und wegen seiner bemerkenswerten morphologischen und vegetationskundlichen Besonderheiten auf. Durch die lange Verweildauer des Bodens unter dem Eis, beginnt die Entwicklung der Flora und Fauna bei Null. Mit einzelnen Pionierpflanzen beginnt bereits nach wenigen Jahren die allmähliche Einwanderung der Pflanzengesellschaften in das eisfrei gewordene Gebiet.<sup>12</sup>

### 3.9 Ablationsvoll- und Ablationshohlformen

Der *Gletschertisch* zählt zu den Ablationsvollformen. Einzelne Gesteinsblöcke, die auf dem Eis liegen, schützen die darunter liegenden Eismassen gegenüber benachbarten Eismassen vor der Ablation. Beim Ausapern der Flächen ringsum liegt der Stein pilzförmig auf einem Eisfuß, bis die Sonneneinstrahlung beginnt, diesen anzugreifen. *Schmelzschalen* und *Mittagslöcher* gehören zu den Ablationshohlformen. Bei beiden dürfte die Anreicherung von Staub beim Schmelzvorgang ablationsfördernd wirken. Wenn Schmelzschalen öfter auftauchen, verleihen sie dem Schnee ein wabenförmiges Aussehen (Wabenschnee). Mittagslöcher sind streng W-O orientierte Hohlformen, die nach Norden ausgebuchtet sind. Diese Schmelzform zeichnet den Gang der Sonne nach.<sup>13</sup>



**Abb. 7: Gletschertisch**

Quelle: <http://www.welt-weit-wandern.de/Images/gletschertisch.jpg>

### 3.10 Die Massenbilanz

Gletscher sind natürliche, empfindliche Systeme, die je nach Größe verschieden stark und mit zeitlicher Verzögerung auf Klimaänderungen reagieren. Die

---

<sup>12</sup> Lang Helmut, Lieb Karl Gerhard: Die Gletscher Kärntens, Klagenfurt 1993, 120.

<sup>13</sup> Bachmann Robert C.: Gletscher der Alpen, Bern 1978, 17.

Massenbilanz gibt darüber Auskunft, ob ein Gletscher in einem gewissen Zeitraum vorgestoßen oder abgeschmolzen ist.

Allgemein folgt die Massenbilanz der Formel Akkumulation minus Ablation (Massenbilanz = Akkumulation - Ablation).

Die *Akkumulation* bedeutet die Anhäufung und ist **erstens** vom Niederschlag und der Temperatur abhängig, die darüber entscheiden, ob Schnee oder Regen fällt. **Zweitens** vom Wind, der für Schneeverwehungen sorgt (und so Schnee in Mulden blasen kann) und **drittens** von der Geländeform und abermals vom Wind, die zusammen Lawinen auslösen können.

Unter *Ablation* fasst man alle Vorgänge zusammen, die Schnee- und Eismassen schmelzen lassen. Solche Vorgänge können Schmelzungen, Schneeverwehungen (Winddrift), Verdunstungen oder das Abbrechen von Gletscherteilen (z.B. Gletscherzunge) sein.

Überwiegt die Akkumulation, so vergrößert sich der Gletscher, er stößt vor. Die Massenbilanz des Gletschers ist positiv. Schmilzt jedoch mehr Eis im Zehrgebiet ab, als vom Nährgebiet nachfließen kann, überwiegt die Ablation. Das Gleichgewicht eines Gletschers ist dann erreicht, wenn sich das Akkumulationsgebiet (Nährgebiet) und das Ablationsgebiet (Zehrgebiet) die Waage halten. Man spricht dann auch vom stationären Zustand eines Gletschers.<sup>14</sup>

### 3.11 Die Energiebilanz

Die Ablation in den Alpen besteht in erster Linie aus Schmelzvorgängen, die Energie benötigen. Die Aufteilung dieser Energie(flüsse) auf verschiedene Prozesse nennt man Energiebilanz. Dabei ist die Absorption von Sonneneinstrahlung an der Gletscheroberfläche der wichtigste dieser Prozesse. Die Energie, die an einem wolkenlosen Sommertag im Tagesmittel ca. 400 W/m<sup>2</sup> beträgt, wird aufgrund der Änderungen der Helligkeit (Albedo) des Schnees von der Oberfläche unterschiedlich stark absorbiert. Heller Neuschnee absorbiert nur 20% und ist somit ein guter Schutz vor Ablation. Vom dunkleren Altschnee und Firn und sauberen Gletschereis werden schon 60% der einfallenden

---

<sup>14</sup> Slupetzky Heinz: Bedrohte Alpengletscher, Innsbruck 2005, 35.

Sonnenstrahlung absorbiert. Die höchste Absorptionsfähigkeit mit 80% besitzen aber die an der Oberfläche liegenden, kleinen Steinchen und Staub. Aufgrund der Absorption kann die Zunge eines Gletschers an einem wolkenlosen Sommertag 10 cm ihrer Länge verlieren. Die Idealbedingungen für die Erhaltung eines Gletschers wären deshalb Winter mit viel Schnee und wenig Staubfällen sowie Sommer mit viel Schlechtwetter und Wolkenbildung, so dass die Strahlen der Sonne die Oberflächen der Gletscher so gut wie nie treffen können.<sup>15</sup>

## **4. Das Klima GESTERN - HEUTE - MORGEN**

### **4.1 Die Klimageschichte**

Zu Beginn dieses Kapitels erscheint es sinnvoll, einen Überblick über die Klimaverhältnisse im Laufe der Erdgeschichte zu schaffen.

Statistisch gesehen sind Warmzeiten das charakteristische Klima der Erde, denn während 95% der Erdgeschichte gab es kein permanentes Eis. Dementsprechend sind Eiszeiten also nur ein Ausnahmezustand in der Geschichte unseres Planeten. Eiszeiten werden in der Geologie durch das Existieren von Gletschern an den Polen und im Hochgebirge definiert. Laut dieser Definition leben wir gerade in einer Eiszeit, doch, angesichts der Debatte über die Globale Erwärmung, dürfte das viele Menschen überraschen.

Im Laufe der Geschichte unseres Planeten fanden insgesamt fünf Vereisungen statt: zweimal im Präkambrium (Erdurzeit), zweimal im Paläozoikum (Erdaltertum) und die fünfte dieser Eiszeiten stellt die des Quartärs dar, also der Zeit, in der wir heute leben.

Am Anfang der Entstehung der Erde stand vor ca. 14 Milliarden Jahren der Urknall, aus dem sich vor ca. 11 Milliarden Jahren die Galaxie und vor 9 Milliarden Jahren die Urwolke unseres Sonnensystems entwickelt haben soll. Als diese Sonnenwolke vor weniger als fünf Milliarden Jahren zu kollabieren begonnen hat, entstand der Planet Erde und damit auch die Geschichte des irdischen Klimas.

Grundsätzlich wird die Erdgeschichte in eine hierarchisch gegliederte Abfolge von Zeitaltern mit Äonen, Ären, Perioden, Epochen und Stufen eingeteilt.

---

<sup>15</sup> Oesterreichischer Alpenverein: Bedrohte Alpengletscher, Innsbruck 2005, 35f.

Hadaikum, Archaikum, Proterozoikum und Phanerozoikum sind die Bezeichnungen der vier Äonen.

Im Hadaikum (ca. 4,5 – 3,8 Milliarden Jahre) existierte noch keine Atmosphäre und infolgedessen gab es auch kein Leben auf der Erde. Die Temperaturen am Anfang dieses Äons waren höher als jemals später in der Erdgeschichte, doch vor ca. 4 Milliarden Jahren sanken sie in Bodennähe auf ca. 100°C ab.

Im Äon des Archaikums (ca. 3,8 – 2,5 Milliarden Jahre) bildete sich die Uratmosphäre. Der hohe CO<sub>2</sub> Gehalt sorgte für eine starke Absorption des Sonnenlichtes und der Treibhauseffekt ermöglichte eine günstige Temperierung, die erstes Leben entstehen ließ. Doch das Ende des Treibhauseffektes verursachte vor ca. 2 Milliarden Jahren eine globale Abkühlung, die auch als Archaisches Eiszeitalter bekannt ist.

Im darauf folgenden Äon des Proterozoikums (ca. 2,5 – 0,5 Milliarden Jahre) war es aufgrund des neuen atmosphärischen Treibhauseffektes erneut (für etwa eine Milliarde Jahre) sehr viel wärmer als in späteren Phasen der Erdgeschichte. In dieser Wärme bildeten sich bereits Einzeller und weichkörperige Mehrzeller, bis es am Ende dieses dritten Äons erneut zu einer sehr starken Abkühlung des Planeten gekommen ist. Diese Abkühlung führte zur kältesten Periode der Erdgeschichte und hatte die komplette Vereisung der Erdoberfläche zur Folge.

Das Phanerozoikum umfasst die restlichen ca. 10% der Erdgeschichte bis heute. Unterteilt wird dieser letzte Äon in die Ären des Erdaltertums (Paläozoikum, beginnend vor ca. 540 Millionen Jahren), des Erdmittelalters (Mesozoikum, beginnend vor ca. 250 Millionen Jahren) und der Erdneuzeit (Känozoikum, beginnend vor ca. 65 Millionen Jahren). Innerhalb dieses Zeitraumes gab es fünf große Massensterben, die jeweils mit globalen Abkühlungen in Zusammenhang gebracht werden. Diese sind in chronologischer Reihenfolge

1. am Ende des Ordoviziums, „Oberordovizische Eiszeit“
2. am Ende des Devon, „Oberdevonkrise“
3. am Ende des Perms, „Permkatastrophe“
4. am Ende des Trias
5. am Ende der Kreidezeit

zu finden.

Nachdem große CO<sub>2</sub> Mengen und ein neuer Treibhauseffekt die Erde aus ihrer eisigen Umklammerung befreiten, setzte mit dem Kambrium (542 – 488 Millionen

Jahre) jene Explosion der Lebensformen ein, mit der das Phanerozoikum begann. In diesem Zeitabschnitt mit seinem Fossilienreichtum, gibt es keinerlei Hinweise auf eine Vereisung der Polarkappen.

Im Ordovizium (488 – 443 Millionen Jahre) vervielfachte sich die Zahl der Arten. Doch aufgrund einer Abkühlung am Ende dieser Periode starb ein Großteil dieser Arten wieder aus. Die mögliche Ursache dieser Eiszeit war die Südpolquerung des Großkontinentes Gondwana (bestehend aus den späteren Landmassen von Südamerika, Afrika, Arabien, Indien, Australien und Antarktika).

Das Permische Eiszeitalter (vor ca. 250 Millionen Jahren) dient als Zäsur zwischen dem Erdaltertum (Paläozoikum) und dem Erdmittelalter (Mesozoikum). Der Grund dieser „Mutter aller Naturkatastrophen“ (wie sie in der Literatur oft bezeichnet wird), bei der in einem Zeitraum von 10 Millionen Jahren 75% – 95 % alle im Wasser lebenden Tierarten ausstarben, war das Zusammenwachsen von Gondwana mit den übrigen Landmassen zum Superkontinent Pangäa.

In der Kreidezeit (vor 145 – 65 Millionen Jahre) erreichte der CO<sub>2</sub> Gehalt der Atmosphäre sein Maximum. Die Pole nahmen damals in etwa ihre heutige Lage ein und waren komplett vom Eis befreit. In dieser Zeit bildeten sich viele Erdöl- und Erdgaslagerstätten und am Land erschienen bereits die ersten Säugetiere, Primaten und Vögel. Am Ende der Ära des Erdmittelalters (Mesozoikums) kam es erneut zu einem Massenaussterben, dem diesmal die Dinosaurier zum Opfer fielen. Wodurch dieses Aussterben hervorgerufen worden ist, kann man nicht mit 100%iger Sicherheit nachweisen, doch am einfachsten könnte es mit einer Klimaänderung zu erklären sein.

Die Ära der Erdneuzeit begann vor ca. 65 Millionen Jahren mit der Periode des Tertiärs. In diesem Zeitabschnitt liegt der Ursprung des Känozoischen Eiszeitalters, in dem wir heute noch leben. Diese Abkühlung wurde durch die Auffaltung von Hochgebirgen, der Windzirkulation und der Niederschlagstätigkeit beeinflusst. Bereits im Oligozän (34 – 23 Millionen Jahre) waren die Kontinente auf ähnlichen Positionen wie heute angeordnet und es bildeten sich die uns noch heute bekannten Meeresströmungen. Außerdem sank die mittlere Jahrestemperatur von über 20°C auf ca. 12°C. Extreme Formen nahm das jüngste Eiszeitalter erst in der Epoche des Pleistozäns, also während der letzten 2 Millionen Jahre an, als nicht nur die Antarktis, sondern auch weite Teile der nördlichen Hemisphäre unter

dauerndem Eis zu leiden hatten. Jedoch unterlag das Ausmaß der Vergletscherung einigen Schwankungen.<sup>16</sup>

Das Postglazial (= Nachzeit) ist der erdgeschichtliche Zeitabschnitt, der an die letzte Eiszeit anschließt und noch bis heute andauert. Im Gegensatz zur Zeit davor, die von Wechselspielen zwischen Kalt- und Warmzeiten geprägt war, ist das Postglazial durch verhältnismäßig geringe Temperaturschwankungen gekennzeichnet. Aufgrund einer raschen Erwärmung am Beginn dieses Zeitabschnittes herrschten schon bald ähnliche Temperaturen wie in unserem Jahrhundert. Schon bereits vor 9500 Jahren waren die eiszeitlichen Gletscher auf neuzeitliche Ausdehnungen zurückgeschmolzen. In der Folgezeit (bis heute), gab es im Gebiet der Alpen rund acht bisher nachgewiesene Perioden mit Gletschervorstößen. Die ausgeprägten Vorstöße, in denen die Gletscher jedoch nur geringfügig größer waren als in der Neuzeit, erfolgten wahrscheinlich um 7500 v. Chr., zwischen 6700 und 6000 v. Chr., um 4200 v. Chr., um 2000 v. Chr., zwischen 1200 und 700 v. Chr., zwischen 450 und 700 n. Chr., vom 12. bis zum 14. Jahrhundert (Hochmittelalter) und zwischen 1600 und 1850 n. Chr.. Dieser letzte Zeitabschnitt wird auch als neuzeitliche Gletscherhochstandsperiode bezeichnet. Jüngste, kleinere Vorstöße gab es um 1920 und zwischen 1965 und 1980. Diese sind jedoch nicht an allen Kärntner Gletschern nachzuweisen.<sup>17</sup>

Die vielen Hochstände in den rund 10000 Jahren (von der Wende vom Spät- zum Postglazial bis heute) waren in etwa gleich oder nur geringfügig größer als der Hochstand von 1850, sodass dieser alle vorangegangenen postglazialen Hochstände sehr gut repräsentiert. Diese 1850er Moränen des letzten, wirklich großen Vorstoßes, findet man an sämtlichen Kärntner Gletschern. Da sie noch nicht bewachsen sind, heben sie sich von ihrer Umgebung deutlich hervor und begrenzen unseren Betrachtungsraum nach außen. Dieses im Hochgebirge immer sehr auffällige Gebiet nennt man Gletschervorfeld<sup>18</sup> (siehe Kapitel 3.8).

---

<sup>16</sup> Behringer Wolfgang: Kulturgeschichte des Klimas, München 2007, 33ff.

<sup>17</sup> Lang Helmut, Lieb Gerhard Karl: Die Gletscher Kärntens, Klagenfurt 1993, 14.

<sup>18</sup> Lang Helmut, Lieb Gerhard Karl: Die Gletscher Kärntens, Klagenfurt 1993, 120.

Tab. 1: Geologische Zeittabelle (in Millionen Jahren)

PHANEROZOIKUM	KÄNOZOIKUM (ERDNEUZEIT)	QUARTÄR 1,81 – HEUTE	HOLOZÄN
			PLEISTOZÄN
		NEOGEN 23 - 1,81	PLIOZÄN
			MIOZÄN
		PALÄOGEN 65 – 23	OLIGOZÄN
			EOZÄN
	PALEOZÄN		
	MESOZOIKUM (ERDMITTELALTER)	KREIDE 145 – 65	OBERE
			UNTERE
		JURA 199 – 145	OBERER (MALM)
			MITTLERER (DOGGER)
			UNTERER (LIAS)
		TRIAS 251 – 199	OBERE
			MITTLERE
	UNTERE		
	PALÄOZOIKUM (ERDALTERTUM)	PERM 299 – 251	OBERES (LOPINGIUM)
			MITTLERES (GUADALUPIUM)
			UNTERES (CISURALIUM)
		KARBON 359 – 299	OBERES (PENNSYLVANIUM)
			UNTERES (MISSISSIPPIUM)
		DEVON 416 – 359	OBERES
			MITTLERES
			UNTERES
		SILUR 443 – 416	OBERES
			UNTERES
		ORDOVIZIUM 488 – 443	OBERES
			MITTLERES
UNTERES			
KAMBRIUM 542 – 488	OBERES		
	MITTLERES		
	UNTERES		
PROTEROZOIKUM	2500 – 542		
ARCHAIKUM	3800 – 2500		
HADAIKUM	4500 - 3800		

Quelle: Schönlaub H.P.: Geopark Karnische Region, 270. und Behringer Wolfgang:  
Kulturgeschichte des Klimas, 33ff., gestaltet und verändert von Salcher Sabrina

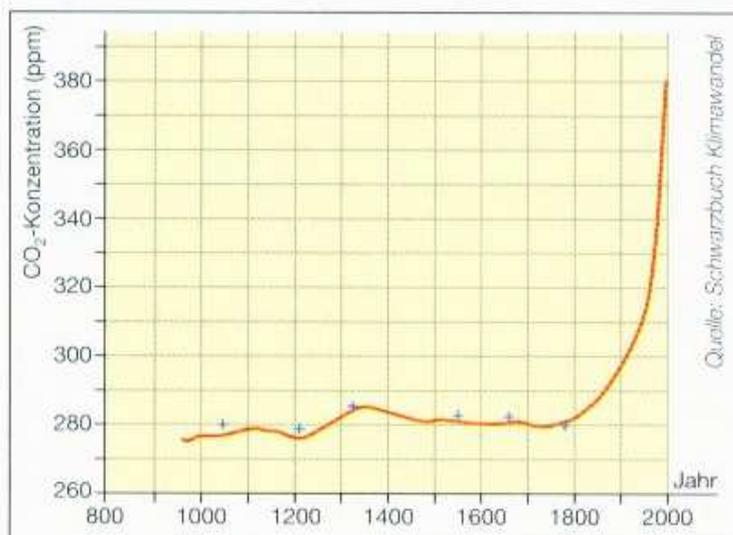
## 4.2 Die heutige Klimaproblematik

Unter „Klima“ versteht man allgemein das Ergebnis der Wechselwirkungen zwischen der Lufthülle der Erde (Atmosphäre), der festen Erdoberfläche (Lithosphäre), den Wassergebieten der Erde (Hydrosphäre), den Eisgebieten der Erde (Kryosphäre) und den Lebewesen sowie der Vegetation der Erde (Biosphäre).<sup>19</sup>

Das Wort selbst stammt vom griechisch – lateinischen Wort „clima“ ab, das so viel bedeutet wie „Neigung (zum Äquator)“.<sup>20</sup>

Die jüngsten Wetterextreme wie z. B. die Häufung von Rekordsommern, Stürmen und Hurrikans sind Anzeichen für den derzeit stattfindenden globalen Klimawandel. Unumstritten ist, dass der Mensch speziell seit Beginn der Industriellen Revolution einen Einfluss auf das weltweite Klima ausübt und infolge dieses Einflusses das Klima erwärmt wurde und sich auch in den nächsten Jahrzehnten weiter erwärmen wird. Die klimarelevanten Spurengase, die dabei vom Menschen in die Atmosphäre entlassen werden, sind Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O) und Fluor-Chlor- Kohlenwasserstoff (FCKW).

Die genannten Spurengase führen zum anthropogenen Treibhauseffekt, d.h. zu einer zusätzlichen Erwärmung der untersten Luftschicht sowie der Erdoberfläche.



**Abb. 8: Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration in den letzten zwei Jahrhunderten**

Quelle: Wohlschlägl Helmut, Durchblick 8, 40.

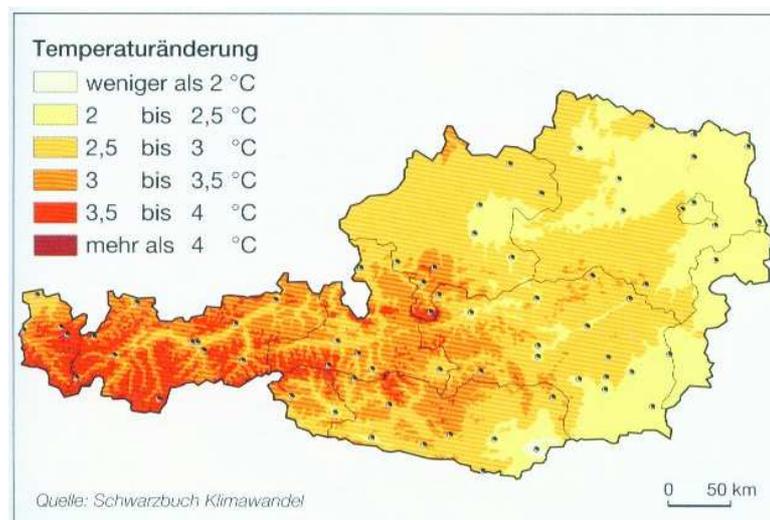
<sup>19</sup> Lang Helmut, Lieb Gerhard Karl: Die Gletscher Kärntens, Klagenfurt 1993, 12.

<sup>20</sup> [http://lexikon.meyers.de/meyers/Klima\\_\(Klimatologie\)](http://lexikon.meyers.de/meyers/Klima_(Klimatologie)), vom 21.01.2008

Die größte Bedeutung spielt dabei das vor allem durch Verbrennung fossiler Brennstoffe in die Atmosphäre entweichende Kohlendioxid. Dieser Stoff hat (in der Atmosphäre) eine Verweildauer von ca. 100 Jahren und seit 1800 ist sein Gehalt von ca. 280 ppm (parts per million) auf den heutigen Wert von 370 ppm angestiegen.<sup>21</sup>

Die Länge und Dauer der Erwärmungen haben im 20. Jh. stark zugenommen. Die globale Durchschnittstemperatur hat sich in diesem Jahrhundert um 0,6°C, in Europa um 0,8°C und in Österreich um 1,8 °C erhöht. Dabei waren die 90er Jahre mit Abstand das wärmste Jahrzehnt. Die Auswirkungen dieser drastischen Erwärmung sind fatal.

- Die weltweite Schneebedeckung hat um 10% abgenommen.
- Gletscher, die in nichtpolaren Zonen gelegen sind, schmelzen stark ab.
- Durch die Zunahme der Temperatur in den Ozeanen ist der Meeresspiegel in den letzten 100 Jahren um 10 – 20 cm gestiegen.
- Die nördliche Hemisphäre und die Oberflächengewässer sind zwei Wochen kürzer mit Eis bedeckt.
- In der Bundeshauptstadt Wien haben sich die Tropentage (Tage mit Temperaturen von über 30°C) in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts von 4,5 auf über 9 verdoppelt.



**Abb. 9: Zunahme der Jahresmitteltemperatur in Österreich bis 2030**

Quelle: Wohlschlägl Helmut, Durchblick 8, 39.

<sup>21</sup> Zängl Wolfgang, Hamberger Sylvia: Gletscher im Treibhaus, Steinfurt 2004, 220.

Laut einer Studie waren die europäischen Sommer von 1994 bis 2003 die heißesten seit 500 Jahren und das Jahr 1998 das weltweit wärmste seit 1861. Der Winter 2006/07 in Österreich war seit Beginn der meteorologischen Aufzeichnungen (in Österreich) der wärmste überhaupt.

Bereits in den nächsten 30 Jahren wird die Jahresmitteltemperatur in Österreich zwischen 2°C und 4°C zunehmen. Der Anstieg im Gebirge ist dabei wesentlich höher. Die Anzahl der Tropentage (Tag mit Temperaturen von über 30°C) wird vor allem im Nordosten von 8, gemessen zwischen 1961 und 1990, auf über 20 bis zum Jahre 2030 zunehmen.<sup>22</sup>

### 4.3 Der anthropogene Treibhauseffekt

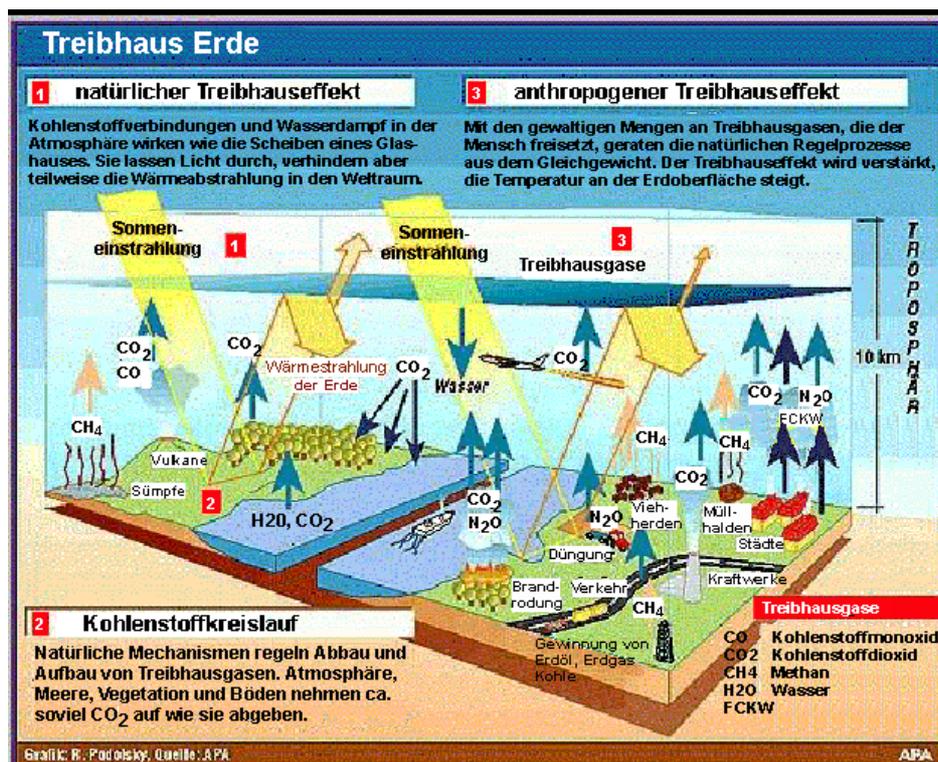


Abb. 10: Der Treibhauseffekt

Quelle: <http://www.ping.de/schule/pg-herne/p-wetter/luft/treibha1.gif>

<sup>22</sup> Wohlschlägl Helmut: Durchblick 8, Wien 2007, 39.

Allein durch reinen Sauerstoff und Stickstoff, die zu 99% unsere Atmosphäre bilden, würde die durchschnittliche Temperatur auf der Erde bei ca.  $-18^{\circ}\text{C}$  liegen. Erst Spurengase wie Wasserdampf und Kohlendioxid, die von der Erde ausgehende Wärmestrahlung absorbieren und langwellige Strahlung in Richtung der Erdoberfläche emittieren (diesen Vorgang nennt man den natürlichen Treibhauseffekt), ermöglichen das Leben auf unserem Planeten. Durch diesen natürlichen Treibhauseffekt liegt die durchschnittliche Oberflächentemperatur bei rund  $+15^{\circ}\text{C}$ . Die Klimaproblematik heutzutage ist, dass die Zunahme der langlebigen Treibhausgase in den letzten 100 Jahren einen Temperaturanstieg in der untersten Atmosphäre von etwa  $0,6^{\circ}\text{C}$  zur Folge hat und dieser Wert in Zukunft auch noch weiter steigen wird<sup>23</sup> (siehe Abbildung 10, Seite 21).

#### 4.4 Das Kyoto – Protokoll

Vielen Politikern/innen wurde besonders in den letzten Jahren bewusst, dass der Klimawandel politisches Handeln erfordert. Das Kyoto-Protokoll trat 2005 in Kraft und ist eine der Maßnahmen, die gesetzt wurden, um die steigenden Werte des anthropogenen Klimawandels einzudämmen. Mit diesem Protokoll verpflichteten sich alle Industrieländer, ihre Treibhaus-emissionswerte bis zum Zeitraum von 2008 bis 2012 um

durchschnittlich 5,2 % unter die Werte von 1990 zu senken. Eine Ausnahme bilden die USA. Als größter  $\text{CO}_2$ -Emittent verweigerten sie die Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls angeblich zum Schutz der eigenen Industrie. Das Kyoto-Protokoll ist zumindest ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung, doch den notwendigen



**Abb. 11: Das Kyoto-Klimaschutzprotokoll im Überblick**

Quelle: Wohlschlägl Helmut, Durchblick 8, 46.

<sup>23</sup> Zängl Wolfgang, Hamberger Sylvia: Gletscher im Treibhaus, Steinfurt 2004, 221.

Klimaschutz, so aus der Sicht der Klimaforscher, liefert dieses Protokoll in seiner gegenwärtigen Form keineswegs. Mit ihm wird nur ein Bruchteil dessen abgedeckt, was wir zur Rettung des Klimas wirklich bräuchten.<sup>24</sup>

#### 4.5 Die Klimakonferenz auf Bali

Vom 3. bis 15. Dezember 2007 fand in der Ortschaft Nusa Dua auf Bali die 13. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention und die 3. Vertragsstaatenkonferenz des Kyoto-Protokolls statt. Unter der Leitung des indonesischen Umweltministers Rachmat Witoelar diskutierten und verhandelten 10000 Regierungsvertreter und Experten aus 192 Ländern. Ziel der Klimakonferenz war es, Verhandlungsinhalte und einen Verhandlungszeitplan für die nächsten Jahre festzulegen, um dann im weiteren Verlauf ein neues Klimaschutzprogramm zu entwickeln, das ab 1. Jänner 2013 als Nachfolgeabkommen für das im Jahr 2012 auslaufende Kyoto-Protokoll in Kraft treten kann.

Die europäischen Staaten forderten eine weltweite Halbierung des CO<sub>2</sub> Ausstoßes bis 2050. Bis 2030 möchte die Europäische Union ihren Treibhausgasausstoß um 30% senken. Auch die USA, die als einziges Industrieland das Kyoto-Protokoll nicht unterzeichneten, wollen sich an dem Nachfolgeabkommen beteiligen. Bei den Schwellenländern, die sich bei diesem Abkommen beteiligen sollen, wird jedoch der Ausstoß der klimaschädlichen Gase vorerst noch nicht begrenzt. Es soll ihnen die Möglichkeit gegeben werden, die Wirtschaft in ihrem Land aufzubauen. Bis 2009 soll das Nachfolgeabkommen beschlossen werden.<sup>25</sup>

#### 4.6 Die Zukunft der Alpengletscher

Durch die, nun schon seit 100 Jahren durchgeführten Vermessungen und intensiven Beobachtungen kann man die Reaktion unserer Alpengletscher auf die Klimaerwärmung qualitativ und quantitativ formulieren.

---

<sup>24</sup> Wohlschlägl Helmut: Durchblick 8, Wien 2007, 48.

<sup>25</sup> [www.wikipedia.at /Klimakonferenz auf Bali](http://www.wikipedia.at/Klimakonferenz_auf_Bali), vom 21.01.2008

1. Wenn die Mitteltemperatur in allen Jahreszeiten um 1°C steigen würde, bedeutet das für die Alpengletscher (gemittelt über die heutigen Gletscherflächen) einen Verlust der Eisdicke von 1 m pro Jahr.
2. Bei konstant bleibendem, erhöhtem Wert der Temperatur (damit gemeint ist die Erhöhung um 1°C in allen Jahreszeiten), würden die Gletscher so lange schrumpfen, bis sie sich dem neuen Klima angepasst hätten. Dabei würde sich die Firnlinie beispielsweise in den Ostalpen um 120 m bis 150 m nach oben verschieben. Gletscher, die heute noch unter dieser Höhe existieren, würden dann abschmelzen.
3. Bei einer Temperaturerhöhung von 3°C würden Gletscher in den österreichischen Alpen nur mehr über der Seehöhe von 3300 m existieren können.
4. Wenn Gletscher abschmelzen, erhöht sich das Risiko von Murenabgängen und Steinschlägen.
5. In trockenen, heißen Sommern ersetzt das Schmelzwasser der Gletscher den fehlenden Niederschlag und ermöglicht somit den Gletscherbächen eine gleichmäßige Wasserführung. Diese ausgleichende Wirkung wird sich in der Zukunft immer mehr verringern.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Oesterreichischer Alpenverein: Bedrohte Alpengletscher, Innsbruck 2005, 39f.

## **5. Der Eiskargletscher in den Karnischen Alpen**

### **5.1 Gliederung der Karnischen Alpen**

Die Karnischen Alpen, von vielen auch Karnischer Hauptkamm genannt, gehören zu den südlichen Kalkalpen. Ihr Kammverlauf, der im Westen in Sillian beginnt und im Osten bis zum Gailitzdurchbruch bei Thörl-Maglern reicht, bildet zugleich auch die Grenze zwischen Österreich und Italien. Auf der Nordseite dieses Grenzgebirges verläuft auffallend geradlinig (von West nach Ost) das Gailtal. Auf der Südseite, also bereits auf italienischem Boden, sind dem Karnischen Hauptkamm die niedrigeren Karnischen Voralpen vorgelagert, in denen es viele von Süd nach Nord verlaufende Täler gibt, die zum Hauptkamm führen.

Aus geografischer Sicht können die Karnischen Alpen in zwei Abschnitte gegliedert werden. Die Grenze bildet der in der Nähe von Kötschach-Mauthen gelegene, tief eingeschnittene Plöckenpass in 1360 m Seehöhe. Östlich davon liegen die sanfteren östlichen Karnischen Alpen und westlich davon die westlichen Karnischen Alpen, die unmittelbar nach dem Plöckenpass in ein mächtiges Kalkhochgebirge emporsteigen. Die höchsten Punkte dieses westlichen Abschnittes sind, im Osten beginnend, der Cellon (2241m), der Kollinkofel (2742m), die Kellerspitzen (2774m) mit der Kellerwand und dem Eiskargletscher, sowie die Hohe Warte (2780m).

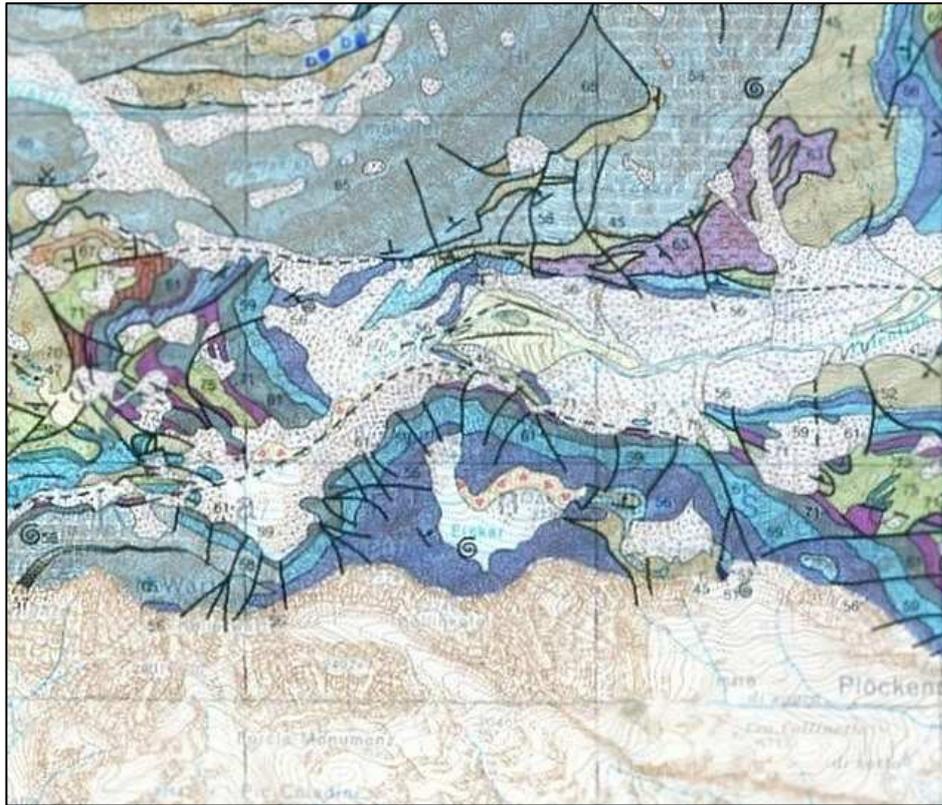
### **5.2 Die Geologie der Karnischen Alpen**

Aus geologischer Sicht, gehören die Karnischen Alpen zu den 10 wichtigsten Regionen der Erde. Die Besonderheit dieses Gebirgskammes liegt darin, dass sich die Entwicklungsräume des tiefen Meeres, der Rifflagen des Erdaltertums und der Kontinentalränder im Gelände so nahe beieinander befinden, wie nirgendwo sonst in Europa. Deshalb besuchen Geologen aus aller Welt regelmäßig die Karnischen Alpen, um sich dieses Naturphänomen auf einen Blick vor Ort anzuschauen.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Karnische\\_Alpen](http://de.wikipedia.org/wiki/Karnische_Alpen) vom 22.02. 2008

### Karte 1: Geologische Karte der Umgebung des Eiskargletschers



Quelle: Geologische Karte der Republik Österreich.  
1 : 50.000, Kötschach, Blatt 197

**Diverse Zeichen**

- Gesteinskontur
- Störungsfläche (gesichert/vermutet)
- Überschiebungsfläche (gesichert/vermutet)
- Streichen und Fallen von Schieferung und Schichtung  
-30°    -60°    -85°    -90°
- Steinbruch
- Aufgelassener Bergbau
- Doline
- Fundpunkt von Makrofossilien
- Fundpunkt fossiler Pflanzen

- 5 Blockwerk, Bergsturzmaterial
- 15 Blockmoräne (Obere Wolayeralm, Rauchkofel-Südseite, Eiskar)
- 45 Schiefer, Sandstein, Grauwacke
- 56 Cella-Kalk (heller, grobgebänkter, fossilreicher Kalk; oberstes Unterdevon bis Mitteldevon)
- 59 Kellerwand-Kalk (grauer, gebänkter Crinoidenkalk im Wechsel mit hellbräunlichem Tentakulitenkalk; mittleres Unterdevon/Prag. In Bänderkalkausbildung nicht von Kalen des Mitteldevons getrennt, z. B. auf der Mauthener Alm)
- 61 Rauchkofel-Kalk (früher ey-Plattenkalk; dunkler Plattenkalk mit Mergel und Schuttkalklagen; älteres Unterdevon/Lochkov)
- 71 Bunter Cephalopodenkalk und eisenreicher Kalk mit Mergel und Schieferlagen (Llandovery bis Pridoli)
- 75 Schiefer in Uggwa-Fazies s. l. (Caradoc)

Im Ordoviz (460 - 420 Mio. Jahre vor heute) drang das Meer in den Raum der heutigen Karnischen Alpen vor und blieb dort bis ins Karbon (359 - 299 Mio. Jahre vor heute), genau gesagt bis ins Mittelkarbon (ca. 320 Mio. Jahre vor heute). In diesen 140 Mio. Jahren wurden über 3000 m dicke Schichten, bestehend aus Ton, Sand und Kalkschlamm am Meeresboden abgelagert. Im Silur kamen weitere je rund 60 m dicke Schichten von Kalken und schwarzen Schiefen hinzu. Das typische Gestein dieser Zeit ist also der dünnplattige, schwarze Schiefer aus viel Quarz auf dem häufig Abdrücke von „Graptolithen“ zu finden sind. Graptolithen sind Meerestiere, die zu jener Zeit in großer Fülle und Vielfalt die Meere besiedelten. Nach ihrem Tod sanken sie in den schwarzen Faulschlamm am Meeresgrund. Die Kalkschichten die in der damaligen Zeit entstanden sind, bildeten sich aus den Skeletten und Schalen der verschiedenen Bewohner des Meeres. Der viertälteste Abschnitt des Erdaltertums ist die Devonzeit. Sie folgte vor rund 400 Mio. Jahren auf die Silurzeit und dauerte 40 Mio. Jahre. In diesem Abschnitt unseres Erdzeitalters wuchs der Meeresboden im Gebiet der heutigen Karnischen Alpen um weitere 1200 m an. Es war die Zeit der Riffe und anderen Kalkablagerungen. Die Grundlagen für eine Riffbildung sind (primär) ein warmes Klima und ein stetiges Absinken des Meeresbodens parallel zu dem Höhenwachstum der Korallen. Die passenden Voraussetzungen waren im Devon in den Karnischen Alpen für längere Zeit gegeben. Das Klima war warm und dementsprechend wuchsen in diesem Gebiet wunderschöne Riffe, mit kilometerlanger Ausdehnung, wie man sie heute nur noch in der Karibik findet. Das Zentrum der Riffe bildete das Gebiet um den heutigen Wolayersee und der Kellerwand. Die verschiedensten Lebewesen, wie beispielsweise Korallen, Seelilien, Kopffüßer, Armfüßer, Muscheln und Schnecken, erfüllten das Meer mit Leben. Nach ihrem Tod sanken sie zu Boden und wurden mit Schlamm bedeckt. Dadurch sind sie uns bis heute in versteinelter Form erhalten geblieben. Infolge eines starken Anstieges des Meeresspiegels in der älteren Steinkohlezeit starben die Korallen und das Riffwachstum hörte auf. Zu dieser Zeit begann sich auch der Meeresboden zu bewegen. Einzelne Teile wurden gehoben und andere wiederum senkten sich noch tiefer ab. Dieser Vorgang löste gewaltige Schlamm-, Geröll- und Sandlawinen, die ins Meer geschüttet wurden, aus. Die flach übereinander geschichteten Sedimente, mit denen das tiefe Meeresbecken nun angefüllt war, begannen sich in der älteren Steinkohlezeit zu Falten zu verbiegen, zu kippen,

ineinander zu pressen und schließlich aus dem Meer zu erheben. Somit sind die Karnischen Alpen in der Zeit der Variszischen Gebirgsbildungsphase (im Mittelkarbon 320 Mio. Jahre vor heute) entstanden. Der erste Abschnitt der Naturgeschichte des Gailtales ist beendet.

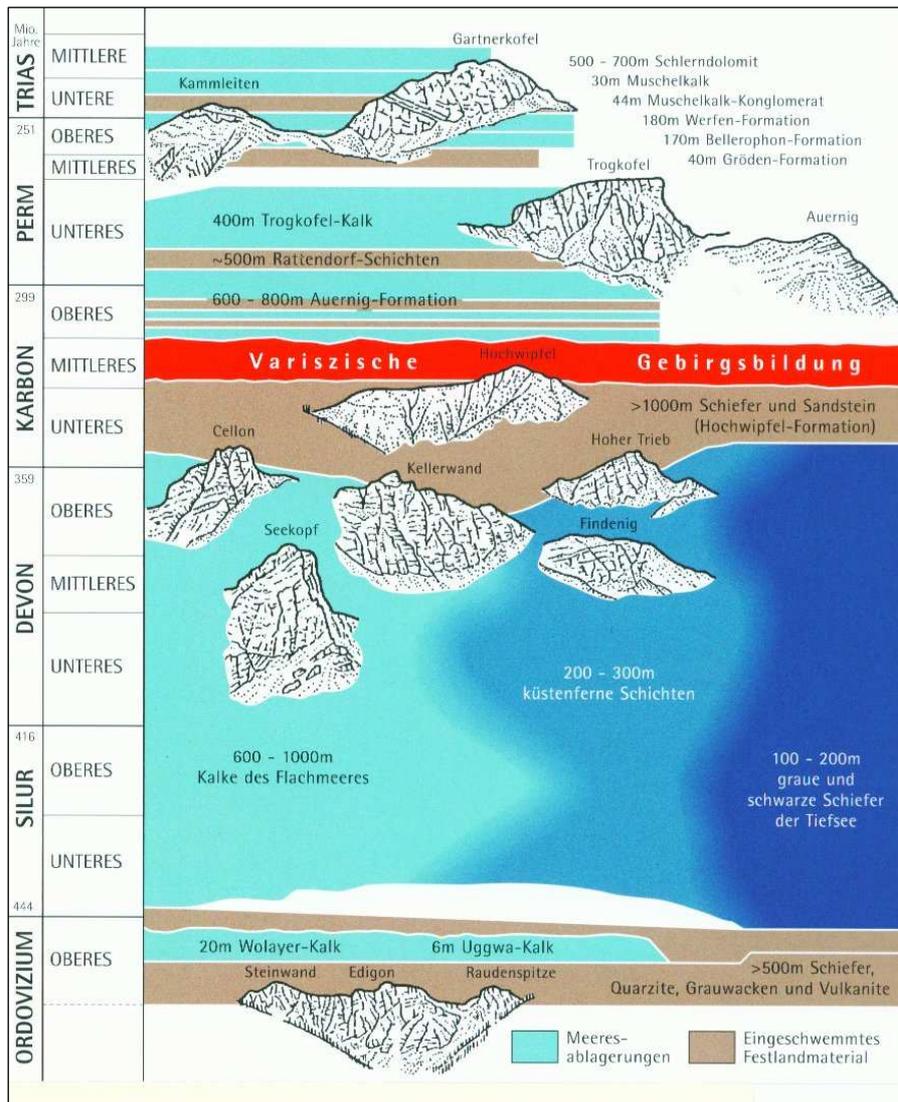
Nach der steinkohlezeitlichen Gebirgsbildung vor rund 310 Mio. Jahren begann der zweite Abschnitt der Naturgeschichte des Gailtales. Sofort nach der Erhebung (der Vorläufer) der Karnischen Alpen flachten Erosionskräfte das Gebirge wieder ab, welches vom vorrückenden Meer bereits nach wenigen Millionen Jahren wieder überflutet worden ist. Diesmal waren jedoch nur Teile und nicht das gesamte Gebiet davon betroffen. Das Meer kam vom Südosten und dehnte sich in unserem Gebiet bis ca. 10 km östlich vom Plöckenpass aus. Wiederum entstanden Schichten, die sich am Meeresboden ablagerten und den älteren Gebirgssockel unter sich begruben.

Zur selben Zeit, als sich im Süden ein Flachmeer ausbreitete, wurden auf der Nordseite des Gailtales auffallend rote Gesteine abgelagert, aus denen man schließen kann, dass wüstenähnliche Bedingungen mit zeitweise starken Niederschlägen vorgeherrscht haben müssen. Die zwei gegensätzlichen Gesichter – im Süden Meer, im Norden Wüste – die im Gailtal so unnatürlich nah beieinander liegen, gaben Anlass zur Spekulation. Es wird vermutet, dass die beiden Gebiete zur Zeit ihrer Entstehung viel weiter voneinander entfernt waren und erst später durch verschiedenste Kräfte so nahe zueinander geschoben worden sind.

90 Millionen Jahre vor heute, setzten abermals gebirgsbildende Prozesse ein und verschoben, verfalteten und drückten Gesteine zusammen. Während des letzten Eishöchststandes vor rund 20000 Jahren wurde das Gailtal von einem gewaltigen Eisstrom bis in Höhen von über 2000 m erfüllt. Erst nach 6000 Jahren, also 14000 Jahre vor heute, fingen diese gewaltigen Eismassen an zu schmelzen und hinterließen eine vegetationslose Landschaft in einem stark zerfurchten Talsystem. Zeugen dieser Zeit sind heute noch sichtbar (Moränenreste, Lehmlagerungen, Schotterfluren).<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Schönlaub Hans Peter: Vom Urknall zum Gailtal, Hermagor 1991, 30ff.



**Abb. 12: Grobe Gliederung der Gesteinsablagerungen des Erdaltertums in den Karnischen Alpen**

Quelle: Schönlaub Hans Peter: Geopark Karnische Region, 193.

### 5.2.1 Der geologische Aufbau der Kellerwand

Der geologische Aufbau der Kellerwand wurde Schicht für Schicht vom Geologen Herrn Lutz H. Kreuzer vermessen. Vom Wandfuß oberhalb der Oberen Valentinalm steigt ein über 80 bis 120 m mächtiger Rauchkofelkalk empor, dem folgen eine 145 m dicke Schicht von Kellerwandkalk und im Bereich der

Eiskarhütte ein 120 m mächtiger Vinzkalk. Die letzte Schicht, die vom Eiskar weiter bis zur Kellerspitze reicht, ist ein 210 m massiger Cellonkalk. In der sogenannten „Kellerwanddecke“, die südlich des Eiskars liegt, entsprechen den beiden letzteren der rund 330 m mächtige Eiskarkalk, gefolgt vom mehr als 180 m massigen Kellergrat-Riffkalk, der wiederum vom mehr als 40 m mächtigen Kollinkalk überlagert wird. Diese in Summe rund 900 m hohen, kalkigen Ablagerungen sind alleine während der Devonzeit am Meeresboden abgelagert worden.

Jede dieser verschiedenen Felsschichten birgt eine Gesteinsgeschichte, die uns erzählt, welche Bedingungen in der Vergangenheit im Meer herrschten. Wie flach oder tief, kalt oder warm, bewegt oder ruhig, belebt oder unbelebt es gewesen sein muss.<sup>29</sup>

### 5.3 Der Klimacharakter der Region

#### 5.3.1 Die Niederschlagsverhältnisse im Karnischen Hauptkamm

Das Gailtal sowie die Karnischen Alpen weisen die höchsten Niederschlagswerte Kärntens auf. Überdies nimmt dieser südlichste Teil Kärntens, aufgrund der Verschiebung des Niederschlagsmaximums, eine Sonderstellung innerhalb Österreichs ein. Das Maximum der Niederschläge verschiebt sich hier nämlich in den Oktober, fallweise auch in den November. In den restlichen Gebieten von Österreich ist der niederschlagsreichste Monat der Juli.

Der Grund für dieses herbstliche Niederschlagsmaximum ist in der Orographie der im Süden vorgelagerten Gebirgskulisse sowie in der unterschiedlichen Häufigkeit und Niederschlagswirksamkeit einiger Wetterlagen zu finden.

Die vorgelagerten Südalpen sind in mehrere Ketten und Stöcke gegliedert, die einen sanft gegen Norden geschwungenen Bogen beschreiben. Seine nördlichste und zugleich schmalste Stelle erreicht dieser Bogen unmittelbar südlich des Karnischen Hauptkammes. Hinzu kommt, dass die südlichste Kette, die den Fangschirm für die vorherrschenden Südwestwinde bildet, durch die Talfurche des Tagliamento (im Bereich von Gemona - Tolmezzo) unterbrochen ist. Die

---

<sup>29</sup> Schönlaub Hans Peter: Geopark Karnische Region, Wien 2005, 169.

feuchten Luftmassen können so ungehindert durch diese Talfurche in nördliche Richtung strömen (wobei sie im Raum Carnia vom Tagliamentotal abzweigen). Das Fellatal, das Deganotal und das Buttal sind beispielsweise bevorzugte Zugstraßen der feuchten Luftmassen. Diese steigen schließlich an der Südseite der Karnischen Alpen auf, um dort ihre Feuchtigkeit in Form von Regen oder Schnee zu entladen.<sup>30</sup>

### Karte 2: Zugstraße der feuchten Luftmassen

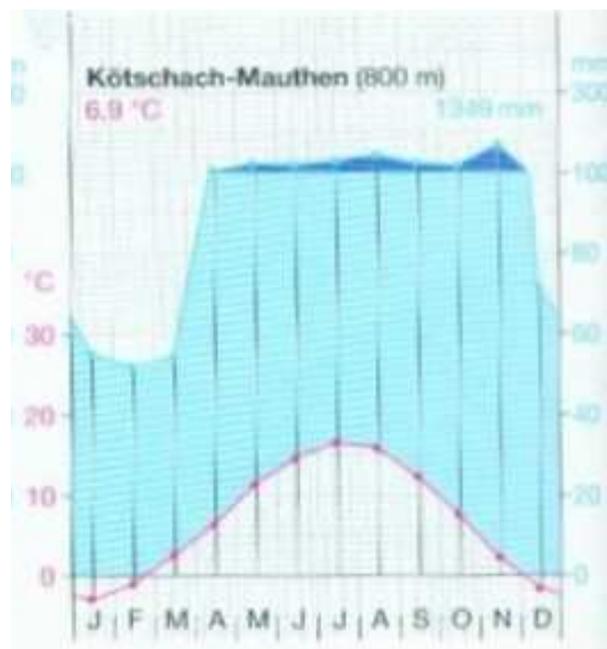


Quelle: Hölzel-Universalatlas zu Geografie und Geschichte, Topografie Österreich, 1 : 1 250 000, 46f. mit Ergänzungen von Sabrina Salcher

<sup>30</sup> Wakonigg Herwig: Der Anteil der verschiedenen Wetterlagen am herbstlichen Niederschlagsmaximum im Gailtal, Wien 1968, 203f. und 222f.

### 5.3.2 Die Niederschlagsituation im Raum Plöckenpass und Eiskar

Da der Eiskargletscher in den Karnischen Alpen liegt, ergibt sich für ihn ebenfalls diese besondere Niederschlagsituation (vgl. 5.3.1). Die feuchten Luftmassen ziehen durch das Buttal und das Deganotal in diese Gegend, wobei die Erhebungen ringsum die Niederschläge verstärken und in diesem Bereich auch die höchsten Werte erreichen. Der Bergeinschnitt des Plöckenpasses in 1360 m Seehöhe bildet eine Furche, durch die die Luftmassen in das Einzugsgebiet der Gail gelangen. Dabei ist festzustellen, dass die Niederschlagsmenge vom Hauptkamm der Karnischen Alpen zum Gailtal hinab rasch abnimmt.



**Abb. 13: Klimadiagramm von Kötschach–Mauthen**

Quelle: Wohlschlägl Helmut: Durchblick 7, 30.

In der folgenden Tabelle sind die Niederschlagswerte vom Totalisator beim Plöckenhaus (1220m) und der Messstation in Kötschach–Mauthen (700m) gegenübergestellt. Die rasche Niederschlagsabnahme wird daraus deutlich sichtbar.

**Tab. 2: Vergleich der Niederschlagswerte**

<b>Messjahr</b>	<b>Plöckenhaus (1200m)</b>	<b>Kötschach–Mauthen (700m)</b>
1982	1628 mm	1264 mm
1983	1146 mm	940 mm
1984	1944 mm	1451 mm
1985	1460 mm	1298 mm
1986	1484 mm	1168 mm
1987	2308 mm	1761 mm
1988	1563 mm	1140 mm
1989	1796 mm	1277 mm
1990	1706 mm	1301 mm
1991	1842 mm	1360 mm
1992	2141 mm	1458 mm
1993	2036 mm	1565 mm
1994	1638 mm	1095 mm
1995	1480 mm	1007 mm
1996	2306 mm	1519 mm
1997	1494 mm	1144 mm
1998	1885 mm	1439 mm
1999	1946 mm	---
2000	2946 mm	---
2001	1587 mm	1004 mm
2002	3048 mm	1852 mm
2003	1590 mm	1246 mm
2004	1947 mm	1530 mm
2005	1306 mm	1112 mm
2006	1475 mm	1110 mm
2007	1559 mm	1323 mm
<b>Durchschnittswerte</b>	<b>1818 mm</b>	<b>1307mm</b>

Quelle: Lederer Heinz (Kötschach), Hydrologischer Dienst des Landes Kärnten und Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) Wien

### 5.3.3 Die Temperaturverhältnisse im Raum Eiskar

Da es in der näheren Umgebung des Eiskars keine Messstation für Lufttemperaturmessungen in der entsprechenden Seehöhe gibt, greife ich auf die Messdaten der Station Villacher Alpe (2135 m) zurück, um die Temperaturverhältnisse im Bereich des Eiskargletschers beurteilen zu können. Diese Messstation liegt rund 60 km östlich des Eiskars in annähernd derselben Seehöhe.

**Tab. 3: Lufttemperaturmittel in Grad C**

Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1996	-5.5	-9.1	-7.9	-1.1	3.4	7.8	7.2	7.9	1.5	1.2	-2.7	-5.7
1997	-2.8	-3.7	-2.1	-3.9	3.5	6.7	7.1	8.8	8.0	1.0	-2.3	-5.2
1998	-5.2	-1.3	-5.7	-1.6	3.1	8.1	9.4	10.1	4.4	1.4	-6.3	-5.6
1999	-4.1	-8.8	-3.8	-1.0	4.9	6.2	9.0	8.8	7.3	2.2	-4.1	-6.5
2000	-6.5	-5.2	-3.7	0.6	4.9	8.9	6.7	10.8	6.2	3.3	-1.5	-3.3
2001	-6.7	-6.1	-2.3	-2.8	5.1	6.0	9.3	11.0	2.5	6.0	-3.1	-8.9
2002	-4.1	-3.3	-1.8	-2.1	4.5	9.5	9.3	8.5	3.8	1.9	-1.1	-4.5
2003	-7.1	-9.9	-2.4	-2.9	6.0	11.6	10.1	12.9	5.5	-1.5	-0.4	-4.5
2004	-8.9	-5.3	-5.1	-1.4	1.2	6.8	8.8	9.2	5.6	3.8	-1.9	-3.3
2005	-6.7	-10.9	-4.6	-1.5	4.4	7.6	9.1	7.0	5.7	3.8	-3.1	-8.3
2006	-7.8	-7.6	-6.4	-0.8	3.0	7.8	11.8	5.8	8.3	5.0	0.0	-1.6
2007	-2.8	-4.0	-3.7	3.1	5.1	8.1	9.9	9.0	3.8	1.7	-4.2	-5.4

Quelle: Mag. Dr. Markus Kottek, ZAMG Wien, am 22. Feber 2008

**Tab. 4: Durchschnittliche Jahrestemperatur in Grad C**

Jahr	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
„D“	-0.2	1.3	0.9	0.8	1.8	0.8	1.7	1.5	0.8	0.2	1.5	1.7

Quelle: Mag. Dr. Markus Kottek, ZAMG Wien, am 22. Feber 2008

„D“ steht für den Durchschnittswert

#### 5.4 Lage und Umrandung des Eiskargletschers

Der Eiskargletscher ist der südlichste Gletscher Österreichs und zugleich der einzige Gletscher der Karnischen Alpen. Er liegt 3 km westlich des Plöckenpasses, versteckt in einer kleinen, nischenförmigen Mulde, dem sogenannten Eiskar unter den rund 500 m hohen Nordabstürzen der Kellerwand in rund 2115 – 2390 m Höhe. Dieser schwer zugängliche Gletscher kann vom Plöckenpass aus durch das Collinettatal oder über die Grüne Schneide erreicht werden.

Die Kellerwand besteht auf ihrer Nordseite aus zwei Wandabschnitten. Die *Untere Kellerwand* bricht in einer gewaltigen und kaum gegliederten Wandflucht rund 800 Höhenmeter steil in das darunter liegende Obere Valentintal ab. Die *Obere Kellerwand* hingegen erhebt sich rund 500 m beinahe halbkreisförmig über dem Eiskargletscher. Im Gegensatz zum Unteren Wandabschnitt ist der Obere Wandabschnitt reich gegliedert. Bedingt durch die reiche Gliederung, wird in den Rinnen, Rücken, Bändern und Felsabsätzen dieses rund 60° geneigten Wandareals besonders während der Wintermonate viel Schnee abgelagert. Dieser Schnee gleitet bei entsprechenden Bedingungen als Lawine auf den Eiskargletscher ab und leistet somit einen enormen Beitrag zur Schneeakkumulation am Gletscher. Eine weitere Schneeanhäufung ergibt sich aus Windverfrachtung.

Die Obere Kellerwand begrenzt den Eiskargletscher im Süden und besteht aus einer Reihe von Felsgipfeln die sich höhenmäßig kaum voneinander abheben. Von West nach Ost schreitend haben die Gipfel der Kellerwand folgende Namen: Östliche Kellerspitze (2774 m, Hauptgipfel), Westliche Kellerspitze (2769 m), Krone (2742 m) und Kollinkofel (2742 m). Vom Kollinkofel weiter in nordöstliche Richtung steigt ein Felsgrat zur tiefer gelegenen Gabelescharte ab, der von dort ausgehend wieder zum Gipfel des Gabelekopfes (2289 m) ansteigt und über den Rücken der Grünen Nase (2189 m) direkt zum oberen Ende der unteren Wandflucht weiterzieht.

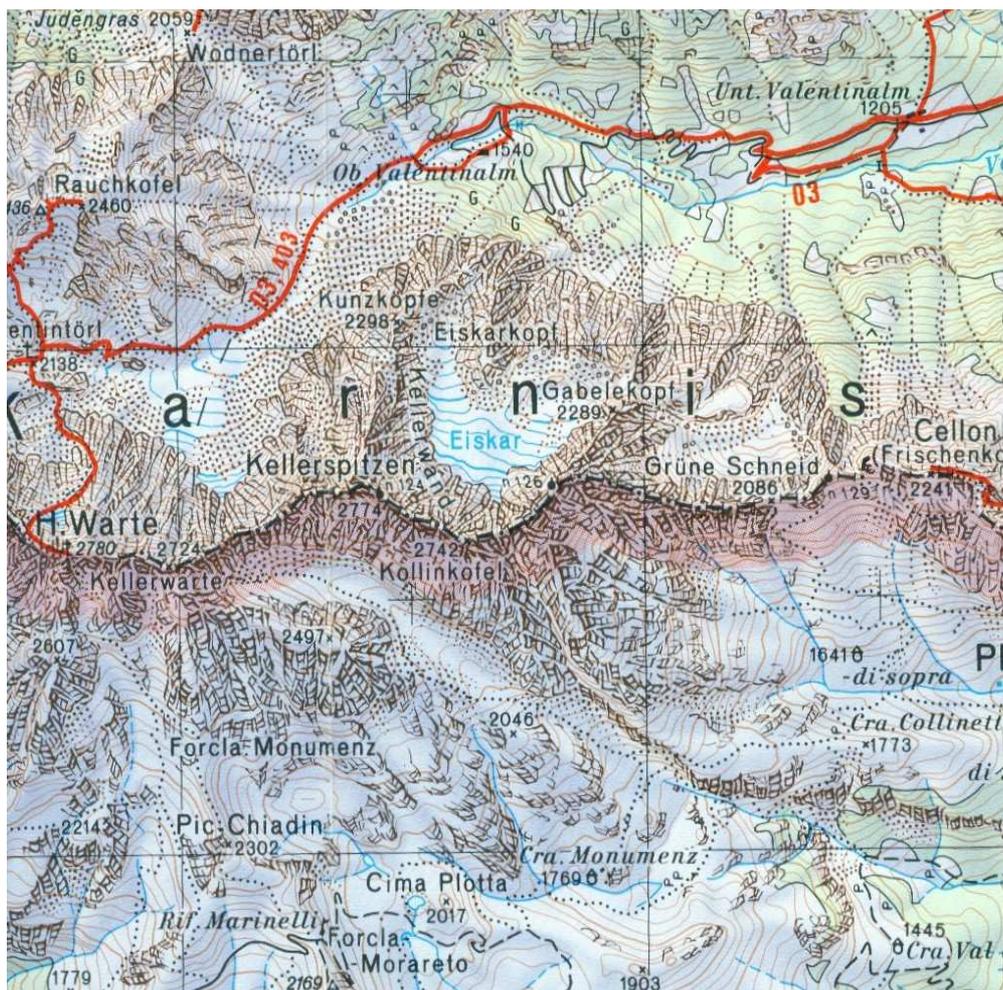
Auch von der Westlichen Kellerspitze zweigt ein Felsgrat nach Norden ab, der den Eiskargletscher im Westen begrenzt. Nach einem Abfall von rund 100 m erreicht man die Weiße Schulter. Setzt man den Weg in nördliche Richtung fort, gelangt man über einen Schuttrücken („Sattelle“), zu den Kunzköpfen (SW-Gipfel 2298 m, NO-Gipfel 2270 m).

Im Norden wird das Kar von den Kunzköpfen, dem Eiskarkopf (2269 m) und der Grünen Nase begrenzt. Diese Erhebungen sind die Gipfelpunkte der Unteren Kellerwand. Hinter diesen Erhebungen, die das Kar im Norden begrenzen, bricht eine enorme Wandflucht rund 800 m zum Oberen Valentintal ab (Untere Kellerwand).

Der Eiskargletscher in den Karnischen Alpen kann in dieser Mulde nur aufgrund besonderer Umstände existieren. Auf ca. 2200 m Seehöhe liegt er eigentlich unter der Schneegrenze von rund 2700 m und dürfte, zumindest theoretisch gesehen, dort nicht existieren. Doch durch die Exposition (Schattenlage) und durch die Lawinen, die von den umliegenden Gipfeln ins Kar donnern, kann der Eiskargletscher dort doch bestehen.<sup>31</sup>

### Karte 3: Topografische Karte der Umgebung des Eiskargletschers

Quelle: Österreichische Karte, 1 : 25.000 V, Kötschach, Blatt 197



<sup>31</sup> Mag. Hohenwarter Gerhard: Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung, Graz 2002, 133f.

## 5.5 Die Dokumentation des Eiskargletschers in Karten und Plänen

Im Rahmen der Ersten oder Josephinischen Landesaufnahme (1763 - 1787) wurde das erste, einheitliche Kartenwerk (Maßstab 1 : 28.800) für das Gebiet Österreich und Ungarn erstellt. Einige der damals existierenden Gletscher wurden in diesen Karten bereits erwähnt, der Eiskargletscher scheint jedoch nicht auf. Die Zweite oder Franziszeische Landesaufnahme wurde in den Jahren von 1806 bis 1869 durchgeführt. In dieser Karte ist der Eiskargletscher erstmals, wenn auch nur in schematischen Umrissen, dargestellt. Da der Eiskargletscher verhältnismäßig klein und noch dazu der einzige Gletscher der Karnischen Alpen ist, ist es nicht weiter verwunderlich, dass er im Rahmen der Dritten oder Franzisko-Josephinischen Landesaufnahme (1869 - 1887) übersehen worden ist. Doch wurde das gesamte Gebiet um das Eiskar im Rahmen der Vierten Landesaufnahme oder „Präzisionsaufnahme“ in den Jahren 1901 und 1902 unter Zuhilfenahme moderner Technik vollkommen neu aufgenommen und somit der Gletscherstand des Eiskargletschers zur Jahrhundertwende dokumentiert.

Noch vor dem Beginn der Fünften Landesaufnahme oder „Aufnahme der Ersten Republik“, wurde in den Jahren 1921 - 1923 die Grenze zu Italien neu aufgenommen und als „Karte des Grenzverlaufes und der anschließenden Gebietszonen“ 1 : 25.000 in Wien 1924 herausgegeben. Blatt 13 dieses Kartenwerkes stellt den Gletscher im Eiskar in allerdings zu geringer Ausdehnung dar und wurde nicht nur als Österreichische Karte weiterverwendet, sondern diente auch dem Alpenverein als Grundlage für Umgebungskarten von Schutzhütten.<sup>32</sup>

## 5.6 Forschungen und Messungen am Eiskargletscher im zeitlichen Ablauf

Obwohl der einheimischen Bevölkerung der Anblick des Gletschers schon seit jeher bekannt war, tauchte er in der alpinen Literatur erstmals im Jahre 1863 bei E. v. Mojsisovics und weiters im Jahre 1870 bei P. Grohmann, der 1868 auch die Erstbesteigung der Kellerwand vornahm, auf. Doch eine genaue Beschreibung des Eiskargletschers veröffentlichte erstmals F. Frech in seinen Studien über die

---

<sup>32</sup> Lang Helmut, Lieb Gerhard Karl: Die Gletscher Kärntens, Klagenfurt 1993, 129ff.

Karnischen Alpen im Jahre 1890. Einige Messungen und Beobachtungen fehlten jedoch noch.

Der italienische Geograph O. Marinelli besuchte am 5. August 1879 erstmals das Eiskar, kartierte den Gletscher und legte die ersten drei Messmarken (zur Ermittlung der Längenänderung) an, von denen heute noch die Marke MO-I existiert. Die im Jahre 1898 veröffentlichte, ausführliche Beschreibung des Eiskargletschers von Marinelli, wurde von R. v. Srbik 1936 teilweise ins Deutsche übersetzt. 1900 und 1902 besuchte Marinelli erneut den Gletscher, maß seine angelegten Marken nach und machte einige Fotos. Die Daten der Nachmessungen sowie die Fotos veröffentlichte er später in den „Studi orografici nelle Alpi orientali“. Der Italiener A. Desio nahm im Jahre 1920 eine weitere Nachmessung an Marinellis Marken vor. In den Jahren 1930 und 1931 besuchte auch R. v. Srbik den Gletscher. Er legte eine neue Messmarke B an und versuchte den Gletscher detailliert zu beschreiben.

In der Folgezeit gab es eine lange Beobachtungslücke. Erst im Jahre 1950, als H. Paschinger den Eiskargletscher aufsuchte, schloss sich diese. Bei seinem Besuch maß er sämtliche Marken nach und publizierte eine ausgezeichnete Beschreibung des Gletschers. 21 Jahre später folgten die nächsten Beobachtungen und Messungen durch Herrn H. Wakonigg, der bei seinem erstmaligen Besuch 1971 die neue Marke I/71 anlegte. 1978 führte Wakonigg nochmals Nachmessungen am Eiskargletscher durch.

In den Jahren 1983, 1989 und 1992 wurden die Beobachtungen und Nachmessungen von Mag. Hohenwarter G. und Dr. Lieb G. K. durchgeführt, welche die neuen Messmarken Y89, H92 und M92 im eisfrei gewordenen Felsareal südlich des postglazial-neuzeitlichen Moränenwalles angelegt haben.

Seit dem Jahre 1992 führt Mag. Hohenwarter G. alljährlich die Messungen am Eiskargletscher durch, wobei der Gletscher 1993 ins offizielle Messprogramm des Österreichischen Alpenvereins aufgenommen wurde. Die Messdaten sowie die Beobachtungen über Witterung, Schneesverhältnisse und das Aussehen des Gletschers werden alljährlich in einem Messbericht (dem auch Fotos vom Gletscher beiliegen) zusammengefasst und an den Gletschermessdienst des Österreichischen Alpenvereins in Innsbruck weitergeleitet.

1993 wurde Wakoniggs Marke I/71 an der Gletscherzunge als neue Marke mit der Bezeichnung I/93 40 m gletscheraufwärts verlegt. 1995 wurde eine neue

Messmarke mit der Bezeichnung L95 auf einem neu ausgeaperten Rundhöcker, 1998 die Marke G98 im östlichen Gletscherlappen und im Jahr 2000 die Marke K00 am rechten Zungenansatz angelegt. Auch ich durfte bei meinem Besuch am Eiskargletscher im Jahre 2007 meine ganz persönliche Messmarke S07 an einem Felsfenster in ca. 2215 m Höhe neu anlegen.



**Abb. 14: Sabrina Salcher beim Anlegen des neuen Messpunktes S07**

Quelle: Salcher Kurt



**Abb. 15: Mein ganz persönlicher Messpunkt**

Quelle: Salcher Sabrina

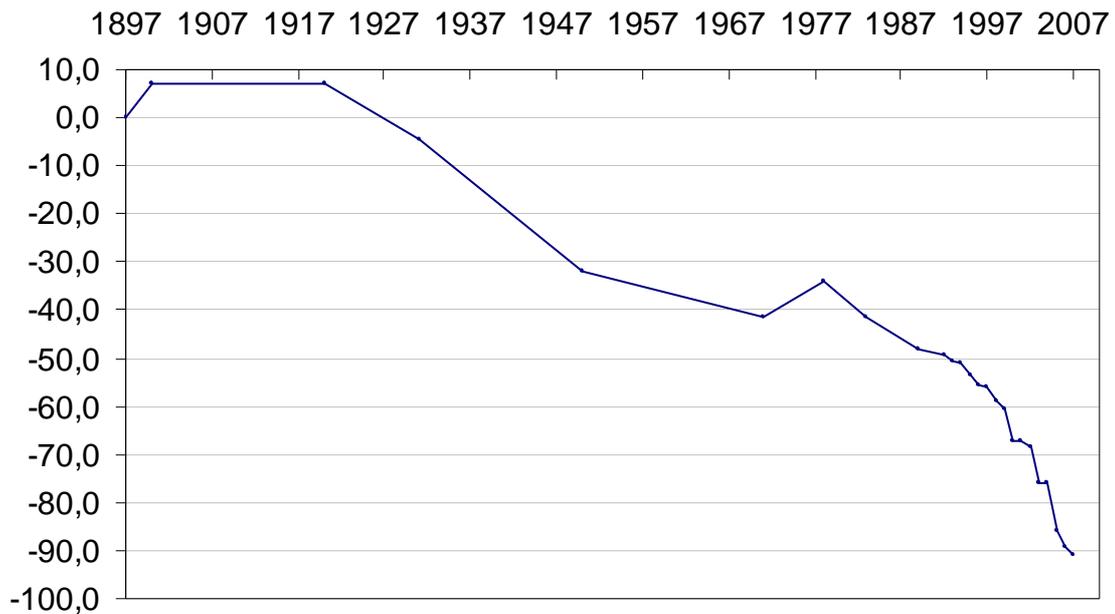
Die Vermessung des Eiskargletschers wird von Mag. Hohenwarter G. alljährlich unter der Mithilfe von interessierten Personen Anfang September durchgeführt. Bei der letzten Vermessung im Jahre 2007 durfte auch ich dabei sein und viel neues Wissen und wichtige Eindrücke und Informationen für meine Fachbereichsarbeit erlangen.

Die 1992 neu angelegte Marke H92 liegt genau in der Messrichtung der Marke MO-I von Marinelli. An dieser Stelle kann durch das Hinzurechnen der alten Werte

von Marinelli der Rückzugsbetrag des Gletschers seit dem Jahre 1897 nachvollzogen werden.<sup>33</sup>

### Diagramm 1

Längenänderung (in Metern) des Eiskargletschers 1897 - 2007 bei der Marke MO I bzw. H02



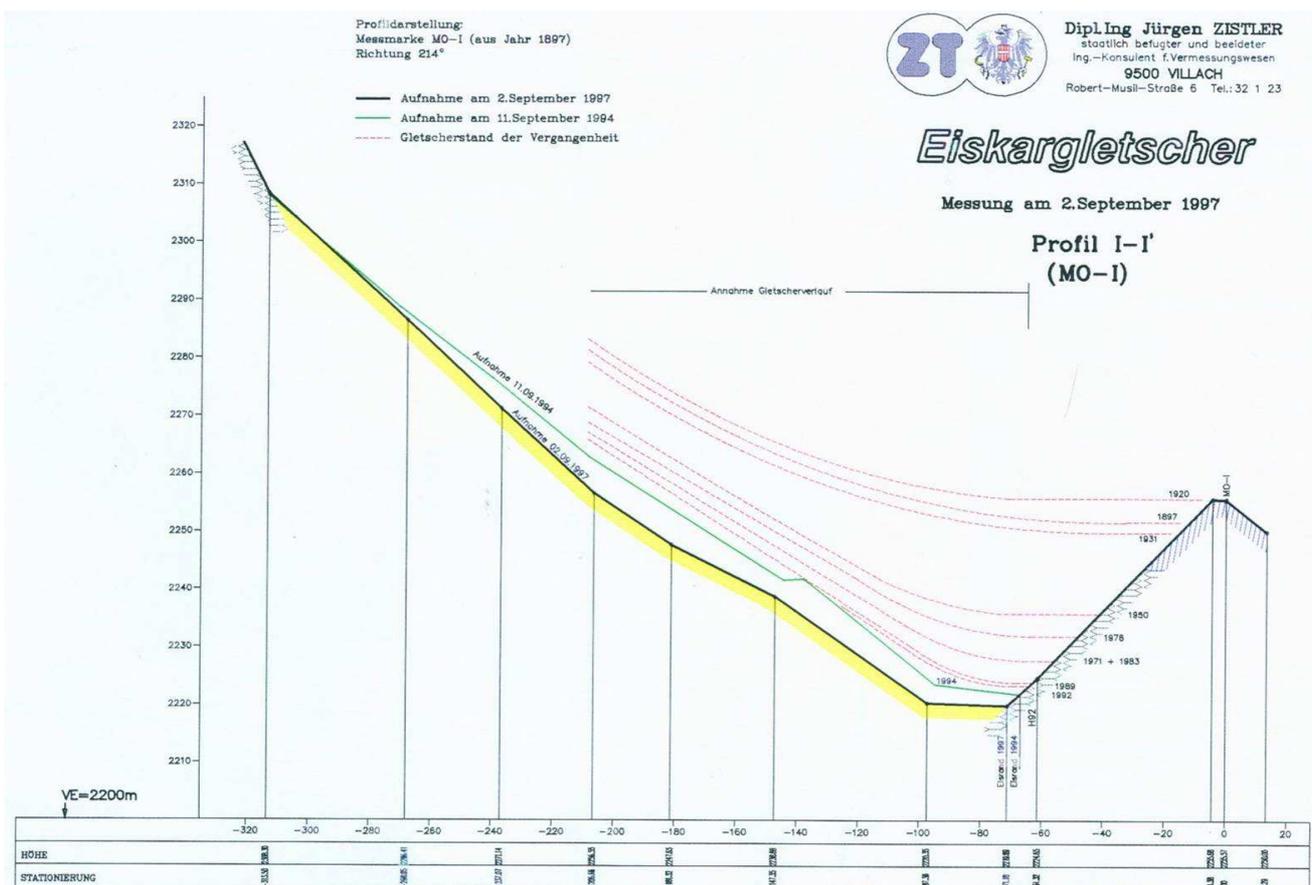
Quelle: Mag. Gerhard Hohenwarter (Villach)

#### 5.7 Gesamtvermessung des Eiskargletschers 1994 und 1997

Vom staatlich beeideten Ing.-Konsulenten für Vermessungskunde, Herrn DI J. Zistler, wurde im Jahre 1994 zusätzlich zum üblichen Messprogramm eine Gesamtvermessung des Eiskargletschers durchgeführt. Bei dieser Vermessung wurden insgesamt 90 Eisrandpunkte, verschiedene Geländepunkte am Eis, Schuttrücken, Vertiefungen, Felsblöcke und Felsinseln, Rutschflächen, Gletschermühlen und eine Gletscherspalte aufgenommen. In einem CAD-Plan im Maßstab 1 : 1000 wurden all diese Besonderheiten und zusätzlich noch eine genaue Verteilung der Schuttbedeckung am Gletscher festgehalten.

<sup>33</sup> Mag. Hohenwarter Gerhard: Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung, Graz 2002. 132f.

Aufgrund des 100jährigen Jubiläums der Vermessungen am Eiskargletscher erklärte sich Herr DI J. Zistler im Jahre 1997 abermals bereit, eine Gesamtvermessung des Eiskars durchzuführen. Es wurden weitere Eisrandpunkte sowie eine Firstlinie aufgenommen. Die Firstlinie besteht aus mehreren kleinen, hintereinander gestaffelten Rücken von postglazial-neuzeitlichen Moränenwällen. Die gewonnenen Daten der beiden Gletschergesamtvermessungen dokumentieren die gletscherungünstigen Witterungsbedingungen in der Mitte der 90er Jahre. Alleine in den drei Jahren, die zwischen den Messungen lagen, gab es einen Flächenverlust von 0,36 ha, einen Volumensverlust von 690.000 m<sup>3</sup> und eine mittlere Höhenänderung der Gletscheroberfläche von -3,75 m.<sup>34</sup> Die Gesamtvermessung des Eiskargletschers, die im Jahre 1997 durchgeführt wurde, war die letzte dieser Art.



**Abb. 16: Die Profildarstellung der Messmarke MO-I** Quelle: Mag. Hohenwarter Gerhard

<sup>34</sup> Mag. Hohenwarter Gerhard: Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung, Graz 2002, 140f.

## 5.8 MESS- UND BEOBACHTUNGSMETHODEN

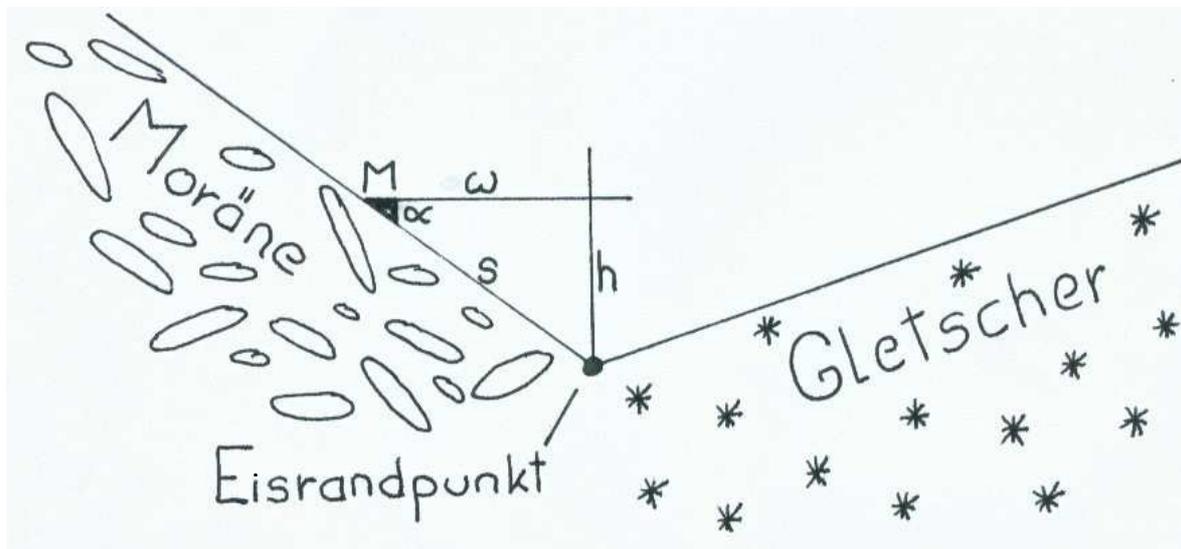
### 5.8.1 Die Längenänderung vom Gletscher

Für ein besseres Verständnis erscheint es sinnvoll, am Anfang dieses Kapitels die Mess- und Beobachtungsmethoden kurz zu erläutern.

Von den fixen Messmarken (M), die vor dem Gletscherrand angelegt worden sind, wird mithilfe eines Maßbandes - immer in die selbe Richtung - die Entfernung zum Eisrand gemessen. Die Richtung wird dabei mit einer Bussole (Visierkompass) bestimmt. Aufgrund des Neigungswinkels ( $\alpha$ ), der mithilfe eines Klinometers ermittelt wird und der schräg gemessenen Entfernung (s), ist es möglich, die horizontale, also wahre Entfernung (w) von der Messmarke bis zum Eisrand - und somit auch die Längenänderung des Gletschers - auszurechnen.

Die dabei verwendete Formel lautet:  $w = s \cdot \cos \alpha$

Auch der Höhenunterschied (h) zwischen den Messmarken (M) und den Eisrandpunkten - und somit der Einsinkbetrag des Eisrandes - kann mithilfe der Formel  $h = s \cdot \sin \alpha$  berechnet werden.



**Abb. 17: Messung der Längenänderung in der Theorie**

Quelle: Salcher Sabrina



**Abb. 18: Messung der Längenänderung in der Praxis**

Quelle: Salcher Sabrina

### 5.8.2 Die Höhenänderung der Gletscheroberfläche

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die Höhenänderungen von Gletscheroberflächen genauere Auskünfte über kurzfristige Klima- und Massenhaushaltsschwankungen geben, als Längenänderungen. Die genaue Feststellung der Höhenänderung der gesamten Gletscheroberfläche des Eiskargletschers, konnte nur durch die Gesamtvermessungen von Jürgen Zistler für den Zeitraum zwischen den Jahren 1994 und 1997 festgestellt werden. Er erstellte auch ein Profil, das das Einsinken der Gletscheroberfläche beim Punkt MO-I (von Marinelli) seit 1897 bis zum Jahre 1997 eindrucksvoll dokumentiert. (siehe Abb. Seite 41).

Die Werte der Höhenänderung für den Zeitraum von 1994 bis 1997 sind im Kapitel 5.7 angeführt. Zwischen den Jahren 1897 und 1997 änderte sich die Höhe des Gletscherrandes vor der Messmarke MO-I um -35,6 m. Bei den Messungen am Eiskargletscher, die von Mag. Gerhard Hohenwarter alljährlich durchgeführt werden, werden die Höhenänderungen der Gletscheroberfläche nur mehr teilweise gemessen.

### 5.8.3 Die Bewegung des Eiskargletschers

Um die Bewegung des Eiskargletschers festzustellen, wurde erstmals 1971 von Herrn Herwig Wakonigg ein großer, im Bereich des Eisscheitels liegender Felsblock eingemessen. Dieser Felsblock hat seine Lage bis zum Jahre 1978 um 16,2 m verändert, was einer Fließgeschwindigkeit von 2,3 m/Jahr entspricht.<sup>35</sup>

Die Lage dieses Felsblockes wurde von Herrn Lieb Gerhard Karl im Jahr 1983 und auch im Jahr 1989 nachgemessen. In der Zeitspanne von 1978 bis 1983 hat sich der Block in Summe um 14,5 m - im Durchschnitt also um 2,9 m/Jahr – abwärts verschoben und von 1983 bis 1989 hat sich die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit wieder auf 1,5 m/Jahr verringert. Dieser Rückgang der Fließgeschwindigkeit erklärte Lieb Gerhard Karl damit, dass der Felsblock 1989 nur mehr 11,8 m vom Eisrand entfernt war. Durch diese knappe Entfernung zum Moränenwall wurde der stauende Effekt immer größer und die Fließgeschwindigkeit hat generell abgenommen.<sup>36</sup>

Auch Zistler Jürgen hat im Jahre 1994 einen auffallenden Felsblock eingemessen. Dieser Block befand sich ebenfalls im Gebiet des Eisscheitels und hat seine Lage bis 1997 um 3,41 m verändert. Die sich daraus ergebende, durchschnittliche Fließgeschwindigkeit des Gletschers für die Zeit von 1994 bis 1997 ist 1,1 m/Jahr. An einer anderen Stelle am Eiskargletscher, genauer gesagt im rund 27° geneigten Ansatz der Gletscherzunge hat Mag. Hohenwarter Gerhard im Jahr 1995 begonnen die Fließgeschwindigkeit des Gletschers mithilfe einer Steinreihe festzustellen. Entlang einer Profillinie in 2212 m Höhe wurden fünf flache, nummerierte Steine in einem Abstand von rund 20 m auf den Gletscher gelegt. Im folgenden Jahr wurden erneut fünf Steine in selber Profillinie und im selben Abstand auf die Oberfläche gelegt, um die Distanz zwischen den neu aufgelegten und den bereits gletscherwärts geflossenen Steinen zu messen. Bei dieser Steinreihe konnte man beobachten, dass das Maximum der Fließgeschwindigkeit des Gletschers in der Mitte lag und nach außen hin immer schwächer wurde.

---

<sup>35</sup> Wakonigg Herwig: Nachmessungen am Gletscher im Eiskar (Karnische Alpen) im Sommer 1978, Klagenfurt 1979, 106.

<sup>36</sup> Lieb Gerhard Karl: Gletschermessungen 1989 am Eiskargletscher (Karnische Alpen), Klagenfurt 1990, 441.

Doch bereits vor fünf Jahren hat Mag. Hohenwarter Gerhard aufgehört die Fließgeschwindigkeit des Eiskargletschers zu messen. Der Grund dafür lag darin, dass die wilden Sturzbäche vor allem die mittleren Steine der Steinreihe immer wieder hinuntergeschwemmt haben. Deshalb konnte keine genaue Aussage über die tatsächliche Fließgeschwindigkeit des Gletschers getroffen werden. Die Fließgeschwindigkeit des Eiskargletschers beträgt laut Mag. Hohenwarter derzeit rund 0,5 m pro Jahr. Bei solch kleinen Geschwindigkeiten würde sich die mühsame Arbeit eine neue Steinreihe anzulegen, nicht auszahlen.

Im Jahre 1999 errichtete Mag. Hohenwarter G. in rund 2250 m Höhe eine 2,90 m hohe Pegelstange, um die Dicke der Schneedecke an diesem Teil des Eiskargletschers messen zu können.

## 5.9 Das Haushaltsjahr 2006/07

### 5.9.1 Niederschlagsverhältnisse

Die Monate Oktober und November, die im langjährigen Durchschnitt sehr niederschlagsreiche Monate sind, brachten im Herbst 2006 nur 150 mm Niederschlag, der größtenteils im Oktober in Form von Regen fiel. Erst im Dezember fielen im Eiskar ergiebige Schneefälle. Während der Monate Jänner bis März 2007 waren die Schneefälle meist mit tiefen Temperaturen verbunden. Doch schon kurz nach Niederschlagsende setzte häufig ein Nordföhn ein, der den pulvrigen Neuschnee aus der Karmulde wehte und somit verhinderte, dass sich bis ins Frühjahr eine den Gletscher schützende Schneedecke ausbilden konnte. In den deutlich über dem Durchschnitt gelegenen Temperaturen in den Monaten April und Mai fielen unterdurchschnittlich wenig Niederschläge, teilweise als Regen und teilweise als Schnee. Im heißen Monat Juni gab es im Eiskar keine Niederschläge in fester Form. Am 4. und am 10. Juli kam es im Eiskar zu zwei Schneefallereignissen, die die Ablation für wenige Tage eindämmten. Der August war ein zunächst trockener und später feuchtmilder Monat, dem Anfang und Ende September mehrere Schneefalltage folgten. Am Monatsende ergab sich bereits eine Schneehöhe von rund 30 cm.

Herr Mag. Hohenwarter Gerhard beobachtete den Gletscher auch während der Sommermonate 2007. Beim ersten Sommerbesuch von Mag. Hohenwarter G. am

3. Juni 2007 hat sich seine Vermutung über eine geringe Schneedecke bestätigt. Die Schneehöhe bei der 2,90 m hohen Pegelstange in rund 2250 m Seehöhe betrug nur 1,1 m. Aber auch am restlichen Gletscher lag die Schneehöhe um 1 bis 2 m unter den letztjährigen Werten. Im Jahr 2006 lagen an dieser Stelle zur selben Zeit 2,0 m Schnee und im „Rekordjahr“ 2004 war die Pegelstange zum vergleichbaren Zeitpunkt nicht mehr zu sehen. Damals betrug die Schneehöhe 4 – 5 m.

Beim zweiten Besuch am 7. Juli 2007 war der Eiskargletscher mit einigen Ausnahmen (von einigen schuttbedeckten Gletscherrücken und das Areal um die Pegelstange) mit Altschnee bedeckt. Doch nach dem kühlen Julibeginn sorgte eine Hitzewelle in der Mitte des Monats für ein rasches Schmelzen der Altschneedecke.<sup>37</sup>

Vergleich der Schneebedeckung am Eiskargletscher innerhalb eines Haushaltsjahres:



**Abb. 19: Blick über den Eisscheitel nach Osten am 3. Juni 2007**

Quelle: Mag. Hohenwarter Gerhard

**Abb. 20: Blick über den Eisscheitel nach Osten am 7. September 2007**

Quelle: Mag. Hohenwarter Gerhard



---

<sup>37</sup> Mag. Hohenwarter Gerhard: Gletschermessung 2007 am Eiskargletscher (Karnische Alpen), Villach 2007, 2f.

### 5.9.2 Das Aussehen des Gletschers am Messtag

Am Messtag, dem 7. September 2007 wurden die Nachmessungen am Eiskargletscher bei besten Witterungsbedingungen von Mag. Hohenwarter Gerhard und unter der Mithilfe von Tavakkoli Timon, Salcher Kurt und mir vorgenommen.



**Abb. 21: Blick auf den Eiskargletscher von der Gabelescharte in westliche Richtung am 7. September 2007**

Quelle: Salcher Sabrina

Der Eiskargletscher erweckte am Messtag insgesamt den Eindruck starken Zerfalls. Im Gegensatz zum Messtag im September 2006 war er an einigen Stellen noch mit Altschnee bedeckt. In den Mulden und Senken aber vor allem am Eisrand im Bereich der Marken am Eisscheitel lagen mehrere Zentimeter des erst wenige Tage zuvor (am 3.9.2007) gefallenen „Septemberschnees“. Der Eisrand konnte trotz des Schnees bei allen Messmarken eindeutig lokalisiert und die Messung ohne Probleme durchgeführt werden. Allgemein kann gesagt werden, dass die gemessenen Rückzugsgebiete in Anbetracht der gletscherfeindlichen Sommermonate sehr gering ausfielen. Erschreckend groß war jedoch der Rückzugswert (-12,7m) der Gletscherzunge in rund 2115 m Höhe.

Beim östlichen, schuttbedeckten Gletscherlappen veränderte sich das Aussehen des Gletschers nicht. Doch im Bereich des ehemaligen Eissees, westlich der Messmarke G06, schreitet das Einsinken der Gletscheroberfläche immer weiter voran.

Auch an einigen Stellen des Wandfußes blieb bis zum Messtag Altschnee liegen, jedoch führte das ständige Einsinken des gesamten Eisrandes am Wandfuß zu einer Rückbildung der Spitze des westlichen Lawinenkegels, die im vergangenen Jahr noch deutlich ausgeprägt war. In Verlängerung der Kegelspitze des mittleren Lawinenkegels zieht sich durch die gesamte Obere Kellerwand bis hin zu einem Felsgrat eine steile Rinne. Durch diese Steilrinne wurde bei einem Starkniederschlag im Sommer 2007 eine große Menge lockeres Gesteinsmaterial abtransportiert, welches in unterschiedlicher Mächtigkeit im Bereich des Eisscheitels in Form von Schuttströmen abgelagert wurde. Einige dieser Gesteinsbrocken wurden dabei sogar bis in den Bereich der Messmarken transportiert. Mit diesem Ereignis der Schuttakkumulation wurde das ohnehin schon kleine Blankeisareal des Eiskargletschers abermals deutlich verkleinert. Am mittleren, großen Lawinenkegel konnte man am Ende des Sommers 2007 einen fortschreitenden Zerfall feststellen.

Am Messtag lagen am Eisrand noch zwei kleinere Altschneefelder und auch der gesamte Gletschersaum war noch mit „Septemberschnee“ bedeckt. Die geringen Rückzugsbeträge, die bei den fünf Marken am Eisscheitel im Mittel nur -1,8 m betragen, sind auf die bis in den Spätsommer hinein andauernde Bedeckung mit Lawinenschnee zurückzuführen.

Auch die Gletscherzunge war am heurigen Messtag noch an ihrem oberen und mittleren Abschnitt mit Altschnee bedeckt, welcher noch aus einem winterlichen Lawinenabgang resultierte. Das im Herbst 2002 erstmals sichtbar gewordene Felsfenster am Ansatz der Gletscherzunge vergrößerte sich heuer wieder deutlich und auch der im vorigen Jahr noch existierende schmale, schuttbedeckte Eisstrang östlich des Felsfensters schmolz im Sommer endgültig dahin. Jetzt zieht sich von der Basis der Moräne aus eine durchgehende Felsschwelle Richtung Westen. Hier ist die dünne Verbindung zwischen dem südlich gelegenen Hauptgletscher und der Gletscherzunge auf nur noch 22 m eingeeengt, weshalb an dieser Stelle – vorausgesetzt es herrschen gletscherungünstige Verhältnisse - ein Abreißen der Gletscherzunge in den nächsten Jahren erwartet wird. Im Vergleich zu 2005 (2006 wurde am Zungenende kein Rückzugsbetrag festgestellt) nahm die Eismächtigkeit beim schwach ausgeprägten Gletschertor deutlich ab. Es ergab sich ein Längenverlust von 12,7m.<sup>38</sup>

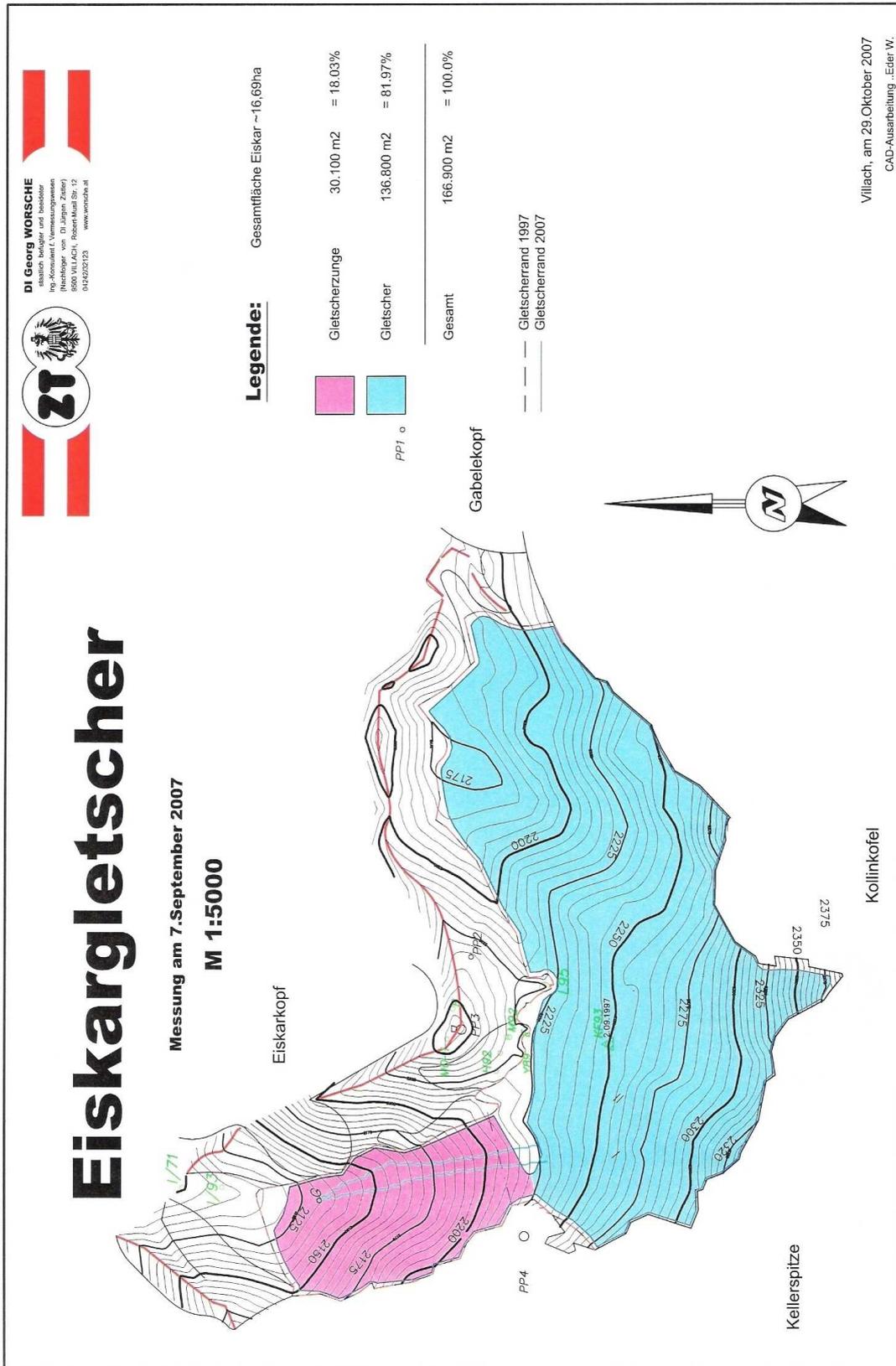
Marke	Messrichtung Strich	Horizontaldistanz		Längenänderung 2006/2007
		7.9.2007	6.9.2006	
G06	3600	5,0m	3,7m	-1,3m
L05	3400	7,5m	6,9m	-0,6m
M00	3330	15,5m	14,2m	-1,3m
Y98	3400	24,2m	20,8m	-3,4m
H02	3400	28,2m	26,6m	-1,6m
K00	3400	13,0m	12,2m	-0,8m
I/93	3400	69,1m	56,4m	-12,7m
S07	3300	2,6m		

**Tab. 5: Übersicht über die Längenänderungen am Eiskargletscher 2007**

Quelle: Mag. Hohenwarter Gerhard, Gletschermessung am Eiskargletscher 2007, 5.

<sup>38</sup> Mag. Hohenwarter Gerhard: Gletschermessung 2007 am Eiskargletscher (Karnische Alpen), Villach 2007, 4f.

Abb. 22: Übersichtsskizze des Eiskargletschers 2007 (mit Annäherungswerten des Gletschers gezeichnet)



Quelle: Mag. Hohenwarter Gerhard (Villach)

### 5.10 Das Gletscherverhalten von 1992 bis 2007

In einem Gespräch mit Mag. Hohenwarter erzählte er, wie sich der Gletscher in der Zeit seiner bereits schon 15jährigen Messtätigkeit verändert hat.

Insgesamt zog sich der Gletscher seit 1992 im Mittel aller Messmarken um 41,7 m zurück, was einem jährlichen, durchschnittlichen Rückzugswert von 2,8 m entspricht (siehe Diagramm 2, Seite 52). Während der letzten 15 Jahre gab es jedoch nur zwei gletscherfreundliche Jahre (2001 und 2004) in denen die Schneebedeckung, auch bedingt durch die winterlichen Lawinenabgänge, im September noch so mächtig waren, dass der Eisrand bzw. die Messmarken nicht ausfindig gemacht werden konnten. Dem gegenüber standen auch viele gletscherungünstige Jahre. Extrem waren vor allem jene von 2003 und 2005 bis 2007, in denen der Gletscher insgesamt eine Längeneinbuße von 22,4 m hatte.

Im Verlauf der letzten 15 Jahre konnte das Einsinken der Gletscheroberfläche nicht exakt gemessen werden, jedoch lässt sich die Abschätzung treffen, dass der Gletscher seit 1992 rund 15 m an Höhe einbüßte, wobei man erwähnen muss, dass die schuttbedeckten Abschnitte weniger und die Blankeisbereiche stärker einsanken.



**Abb. 23: Der Eiskargletscher am  
30. Mai 2004**

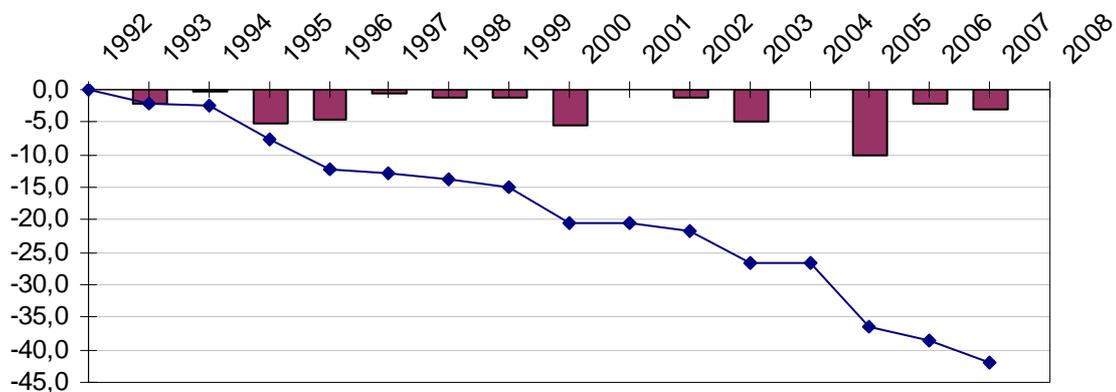
Quelle: Mag. Gerhard Hohenwarter (Villach)

Von großer Bedeutung sind auch die physiognomischen Veränderungen am Eiskargletscher. Besonders auffallend ist die starke Zunahme der Schuttbedeckung, die durch ausapernde Innenmoränen, Steinschläge, Felsstürze und Schuttströme, die aus der Felsumrahmung der Kellerwand herunterfallen, hervorgerufen wird. Diese Schutzzunahme nimmt vor allem im Bereich der

Gletscherzunge starke Ausmaße an und erschwert hier sowie auch an anderen Stellen des Gletschers die Erkennung des Eisrandes. Eine weitere, starke Veränderung im Aussehen des Gletschers bewirkte das Ausapern zweier Felsfester, das in den Jahren 1993 bzw. 2003 begonnen hat.

**Diagramm 2**

**Längenänderung des Eiskargletschers 1992 - 2007**



Quelle: Mag. Gerhard Hohenwarter (Villach)

## **6. Interview mit Herrn Freidl Emmerich**

Am 14. Feber 2008 führte ich ein Interview mit Herrn Freidl Emmerich aus Kötschach bei mir zu Hause. Er ist der Eigentümer der Eiskarhütte, welche sich in 2000 m Seehöhe befindet. Bereits am 7. September 2007, am Messtag, haben wir ihn bei seiner Hütte angetroffen und sind freundlich empfangen und bewirtet worden.

*Salcher Sabrina: Wie oft besuchen Sie das Gebiet des Eiskargletschers?*

HERR FREIDL: Ich bin sehr oft im Gebiet des Eiskargletschers unterwegs. Schon alleine wegen der Hütte trifft man mich öfters im Kar an. Jetzt im Winter gehe ich im Schnitt einmal pro Monat hinauf, also nicht so oft wie im Sommer, aber das ist

doch verständlich. Gerade am letzten Wochenende von Samstag auf Sonntag war ich das letzte Mal dort.

*Salcher Sabrina: Wie gelangen Sie in dieses, schon im Sommer schwer zugängliche Gebiet?*

HERR FREIDL: Im Sommer gelangt man über die Grüne Schneide, also die Route, die ihr bei eurer Messung gewählt habt oder über eine Kletterroute, die ihren Einstieg im Valentintal hat, ins Gebiet des Eiskargletschers. Im Winter ist der Aufstieg ins Eiskar schwieriger als im Sommer und für nicht routinierte Kletterer und Tourengerher bzw. Kenner des Gebietes nicht gerade ungefährlich. Im Winter wähle ich meine Aufstiegsroute nach den vorherrschenden Wetter- und Schneebedingungen. Wenn Pulverschnee auf den Hängen liegt, gehe ich über den Cellon ins Eiskar, wenn es jedoch eisig ist, wähle ich die Route vorne hinauf (Kletterroute).

*Salcher Sabrina: Was beobachten Sie bei ihren Besuchen am Eiskargletscher?*

HERR FREIDL: Wenn ich zu meiner Hütte hinaufwandere bzw. klettere, besuche ich auch den Eiskargletscher. Schon aufgrund meines persönlichen Interesses schaue ich dann, ob sich seit meinem letzten Besuch etwas verändert hat. Beispielsweise, ob der Schnee, der den Gletscher bei meinem letzten Besuch noch bedeckte, bereits geschmolzen oder Neuschnee gefallen ist, ob die Lawinen, die von den Gipfeln der Kellerwand herunterkommen auf dem Gletscher liegen geblieben oder weiter hinunter ins Valentintal gerutscht sind, ob die gewaltigen Bäche, die bei einem Gewitter dort oben entstehen, größere Steine talwärts getragen haben etc. Diese Informationen leite ich dann an Mag. Hohenwarter Gerhard weiter.

*Salcher Sabrina: Was hat sich speziell seit unserem letzten Besuch im September 2007 am Gletscher verändert?*

HERR FREIDL: Bald nach eurem Besuch am Gletscher schneite es ca. 15 cm. An den Stellen, wo das Gletschereis herauschaut, ist der Schnee liegen

geblieben. Bei meinem letzten Besuch am Samstag bin ich über das Kar hineingegangen. Es lag verhältnismäßig mehr Schnee als zum selben Zeitpunkt im Jahr zuvor. Sogar die 2,90 m hohe Pegelstange konnte man nicht mehr sehen. Im Jahr 2007 hatten wir das Problem, dass sofort nachdem Neuschnee gefallen war, Winddrift einsetzte und den gesamten pulvrigen Neuschnee aus dem Kar wehte. Der Gesamteindruck des Gletschers ist im heurigen Jahr (2008) sehr positiv. Der wenige Schnee, der gefallen ist, ist liegen geblieben. Anders als 2007 ist der Boden heuer gefroren, was wiederum gut für den Schnee ist. Im Jänner war es außerdem relativ kalt.

Salcher Sabrina: *Wie denken Sie, sieht die Zukunft des Gletschers aus?*

HERR FREIDL: Da ich das Aussehen des Gletschers schon seit den 60er Jahren kenne und seine Veränderungen seit diesen Jahren beobachte, kann ich nur sagen, dass die Zukunft des Gletschers, wie es sich speziell in den letzten Jahren gezeigt hat, nicht positiv ist. Zuerst wird vermutlich die Zunge des Gletschers abbrechen und zu einem großen Toteisfeld werden.

In der Zeit zwischen den 60er und 70er Jahren war der Gletscher dauerhaft mit Schnee bedeckt, so dass man das Gletschereis nie sehen konnte. Jetzt ist die Schneedecke meist schon Ende Juni weggeschmolzen. Um das Jahr 1979 gab es noch einen Schmelzwassersee, der einen Durchmesser von ca. 20 m hatte. Nach und nach wurde die Schneeschicht, die den Gletscher bedeckte, immer dünner und der Schnee immer durchlässiger, so dass sich das Wasser seinen Weg suchte und der See verschwand. Einst gab es am Gletscher auch eine Gletscherspalte, die aber schon lange nicht mehr existiert.

Salcher Sabrina: *Was fasziniert Sie an diesem Gebiet?*

HERR FREIDL: Wenn ich in den Bergen unterwegs bin, genieße ich die entspannende Ruhe. Ich bin auch sehr froh darüber, dass der Eiskargletscher zu keinem Massenausflugsziel ausgebaut worden ist. Das gibt es schließlich auf vielen Gletschern in der Schweiz und auch in Österreich (z.B. Pasterze). Dort spazieren nämlich Menschenmassen in unpassender Ausrüstung umher und keiner von ihnen hat eine richtige Beziehung zu den Bergen, geschweige denn zu

diesem Gebiet. Durch den etwas schwierigen Aufstieg kommt nicht jeder in das Gebiet des Eiskargletschers und vor allem in den Wintermonaten bin ich dort alleine unterwegs.

*Salcher Sabrina: Herr Freidl, ich danke Ihnen für das Interview.*

HERR FREIDL: Bitte. Komm mich doch heuer im Sommer wieder einmal auf der Hütte besuchen.

**Abb. 24: Emmerich Freidl und Sabrina Salcher nach dem Interview**

Quelle: Salcher Kurt, Würmlach



**Abb. 25: Schneetunnel der zum Eingang der Eiskarhütte führt.**

Quelle: Mag. Hohenwarter Gerhard

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Die ersten Beobachtungen und Messungen am Eiskargletscher wurden durch Marinelli im Sommer 1897 durchgeführt. In der gesamten darauf folgenden Zeit bis ins Jahr 1992 wurde diese Eisfläche lediglich in unregelmäßigen Zeitabständen aufgesucht und vermessen. Erst mit der Aufnahme des Gletschers im Österreichischen Gletscherkataster 1992 begannen die jährlichen Messungen.

Die vorliegenden Messergebnisse, der nun bereits länger als 100jährigen Messtätigkeit, geben Auskunft darüber wie sich der Gletscher von 1897 bis heute verändert hat. Abgesehen von zwei kleinen Vorstoßperioden in den Jahren 1920 und 1975 zog sich der Gletscher stetig zurück.

Die Bergsteiger, die alljährlich in dieses Gebiet um den Plöckenpass aufsteigen und den dramatischen Rückgang des Gletschers in den 90er Jahren miterlebten, stellen sich die Frage, wie lange der Eiskargletscher überhaupt noch existieren wird.

Diese Frage kann nicht genau beantwortet werden. Doch generell kann man davon ausgehen, dass bei gleich bleibender Temperatur oder bei einem Temperaturanstieg (der in den kommenden Jahren erwartet wird) mit einem beschleunigten Rückgang des Gletschers zu rechnen ist. Als erstes wird vermutet, dass die bereits schon stark ausgedünnte Gletscherzunge abbrechen und das dadurch entstehende Toteisfeld daraufhin bald abschmelzen wird. Auch am Fuße des Moränenwalles, der stärker der Sonne ausgesetzt ist als beispielsweise das



Eis im Bereich des Wandfußes, ist mit einem starken Längenverlust, aber auch mit einem starken Verlust der Eismächtigkeit zu rechnen.

Der südlichere Teil des Gletschers, der länger im Schatten der Kellerwand liegt, hat die höchste Überlebenschance. Ein Gletschervorstoß ist in den kommenden Jahren jedoch nicht zu erwarten.

**Abb. 26: Salcher Sabrina bei den Vermessungsarbeiten**

Quelle: Salcher Kurt

## **8. Literaturverzeichnis**

Bachmann Robert C.: Gletscher der Alpen, Bern 1978, (11., 17.)

Behringer Wolfgang: Kulturgeschichte des Klimas, Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung, Verlag: C.H. Beck oHG, München 2007, 352 Seiten, (33ff.)

Fraedrich Wolfgang: Spuren der Eiszeit, Landschaftsformen in Europa, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1996, 180 Seiten, (8ff.,11., 14f., 66f)

Hohenwarter Gerhard: Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung, Neun Jahre Gletscherbeobachtung und Gletschermessung am Eiskargletscher in den Karnischen Alpen 1992 – 2001, Band 38, Graz 2002, (132 ff., 140f.)

Hohenwarter Gerhard: Gletschermessung 2007 am Eiskargletscher (Karnische Alpen), Villach 2007, (2f.), unveröffentlicht

[http://de.wikipedia.org/wiki/Karnische\\_Alpen](http://de.wikipedia.org/wiki/Karnische_Alpen), Informationen vom 22.02. 2008

[http://lexikon.meyers.de/meyers/Klima\\_\(Klimatologie\)](http://lexikon.meyers.de/meyers/Klima_(Klimatologie)), Informationen vom 21.01.2008

Lang Helmut, Lieb Gerhard Karl: Die Gletscher Kärntens, Verlag: Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Klagenfurt 1993, 184 Seiten, (12., 14., 19., 120., 129ff.)

Lieb Gerhard Karl: Gletschermessungen 1989 am Eiskargletscher (Karnische Alpen), In: Car.II, 180./100., Klagenfurt 1990, (441.)

Louis Herbert: Allgemeine Geomorphologie, Berlin 1961, (160f., 166ff.)

Neef Ernst: Die Geschichte der Erde, Leipzig 1966, (620f.)

Schönlaub Hans Peter: Geopark Karnische Region, Der wahre Held ist die Natur, herausgegeben von der Geologischen Bundesanstalt und dem Gemeindeverband Karnische Alpen, Wien 2005, 270 Seiten, (169.)

Schönlaub Hans Peter: Vom Urknall zum Gailtal, 500 Millionen Jahre Erdgeschichte in der Karnischen Region, Herausgeber und Verleger: Verwaltungsgemeinschaft der Gemeinde des politischen Bezirkes Hermagor (Kärnten, Österreich), Hermagor 1991, 169 Seiten, (30ff.)

Slupetzky Heinz: Bedrohte Alpengletscher, Alpine Raumordnung Nr. 27, Fachbeiträge des Oesterreichischen Alpenvereins, Herausgeber und Verleger: Oesterreichischer Alpenverein, Fachabteilung Raumplanung – Naturschutz, Innsbruck 2005, 74 Seiten, (35f., 39f.)

Wakonigg Herwig: Der Anteil der verschiedenen Wetterlagen am herbstlichen Niederschlagsmaximum im Gailtal, In: Mitt. der Österr. Geogr. Gesellschaft 110/I, Wien 1968, (203f., 222f.)

Wakonigg Herwig: Nachmessungen am Gletscher im Eiskar (Karnische Alpen) im Sommer 1978, In: Car. II 169./89., Klagenfurt 1979, (106.)

Wohlschlägl Helmut: Durchblick 8, Geographie und Wirtschaftskunde, *westermann wien* im Verlag E. Dörner GmbH, Wien 2007, 216 Seiten, (39. 48.)

[www.wikipedia.at](http://www.wikipedia.at) /Klimakonferenz auf Bali, Informationen vom 21.01.2008

Zängl Wolfgang, Hamberger Sylvia: Gletscher im Treibhaus, Eine fotografische Zeitreise in die Alpine Eiswelt, Druckhaus: Teckenborg, Steinfurt 2004, (220f.)

## Tabellenwerke

### **Tab. 1: Geologische Zeittabelle (in Millionen Jahren)**

Quelle: Schönlaub H. P.: Geopark Karnische Region, 270. und Behringer Wolfgang: Kulturgeschichte des Klimas, 33ff., gestaltet und verändert von Salcher Sabrina

### **Tab. 2: Vergleich der Niederschlagswerte**

Quelle: Lederer Heinz (Kötschach), Hydrologischer Dienst des Landes Kärnten und ZAMG Wien

### **Tab. 3: Lufttemperaturmittel in Grad C**

Quelle: Mag. Dr. Markus Kottek, ZAMG Wien, am 22. Feber 2008

### **Tab. 4: Durchschnittliche Jahrestemperatur in Grad C**

Quelle: Mag. Dr. Markus Kottek, ZAMG Wien, am 22. Feber 2008

### **Tab. 5: Übersicht über die Längenänderungen am Eiskargletscher 2007**

Quelle: Mag. Hohenwarter Gerhard, Gletschermessung am Eiskargletscher 2007, 5.

## Diagramme

### Diagramm 1

Längenänderung (in Metern) des Eiskargletschers 1897 - 2007 bei der Marke MO-I bzw. H02

Quelle: Mag. Gerhard Hohenwarter (Villach)

### Diagramm 2

Längenänderung des Eiskargletschers 1992 - 2007

Quelle: Mag. Gerhard Hohenwarter (Villach)

## Kartenwerke

### **Karte 1: Geologische Karte der Umgebung des Eiskargletschers**

Quelle: Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50.000, Kötschach, Blatt 197

## **Karte 2: Zugstraße der feuchten Luftmassen**

Quelle: Hölzel-Universalatlas zu Geografie und Geschichte, Topografie Österreich, 1 : 1 250 000, 46f. mit Ergänzungen von Sabrina Salcher

## **Karte 3: Topografische Karte der Umgebung des Eiskargletschers**

Quelle: Österreichische Karte, 1 : 25.000 V, Kötschach, Blatt 197