

Naturkundlicher Führer

Gletscherweg Pasterze

Glocknergruppe



Autor*innenhinweise

Gerhard Karl Lieb (rechts) und *Andreas Kellerer-Pirklbauer* (links) sind Mitarbeiter am Institut für Geographie und Raumforschung der Universität Graz. Beide sind seit Jahrzehnten der Pasterze durch Forschungen und die jährlichen Gletschermessungen verbunden und leiten gemeinsam den Gletschermessdienst des Österreichischen Alpenvereins. Von ihnen stammt der Haupttext, in den auch Textpassagen aus der letzten Auflage des Führers (2004), u. a. von Heinz Slupetzky und Michael Krobath, eingeflossen sind.



(Foto S. Schöpf)

Die Essays zur Pflanzenwelt schrieb Susanne Gewolf (Lienz), den Essay zur Tierwelt Christian Komposch (Graz) und den zur Naturschutzgeschichte Liliana Dagostin (Innsbruck).

Die Grafiken stammen von Andreas Kellerer-Pirklbauer, Michael Krobath, Veronika Damm, Gerhard Karl Lieb und Julia Eulenstein, die Datengrundlagen sind im Text oder bei den Unterschriften angegeben.

Alle Fotos ohne Herkunftshinweis stammen von Andreas Kellerer-Pirklbauer und Gerhard Karl Lieb.

Naturkundlicher Führer

Gletscherweg Pasterze

Glocknergruppe

Gerhard Karl Lieb
Andreas Kellerer-Pirklbauer

Nationalpark Hohe Tauern

*Reihe Naturkundlicher Führer, Band 2
3., aktualisierte und komplett
überarbeitete Auflage*

Inhaltsverzeichnis

Geleitworte	8
Einführung	
Vier Jahrzehnte Gletscherweg Pasterze im Licht von Klimawandel und Politik.....	12
Zielsetzung des Gletscherweges Pasterze.....	15
Hinweise zur Benützung des Führers.....	18
Hinweise zum Begehen des Weges.....	19
Startpunkt	
Glockner-Haus – ein traditionsreicher Standort.....	22
Gletscherschwankungen, Gletscherschwund und Klimawandel.....	25
Weiderasen der subalpinen/alpinen Stufe.....	28
Haltepunkt 1	
Eichmarke des Gletscherschwundes – Moräne des „Hochstandes“ von 1852–1856.....	30
Die Anfänge der Gletscherforschung an der Pasterze.....	34
Weidengebüsch.....	37
Haltepunkt 2	
Elektrizitätswirtschaft und ihre Folgen – Staumauer des Margaritzensees.....	38
Konflikte zwischen Ausbau erneuerbarer Energien und Naturschutz.....	42
Die Besiedlung des Gletschervorfeldes durch Pflanzen und Tiere.....	46
Haltepunkt 3	
Margaritzenfelsen – Landmarke im Gletschervorfeld.....	49
Eis in Bewegung – Einführung in die Gletscherkunde.....	52
Spalier- und Teppichweiden.....	56
Haltepunkt 4	
Bevor es steil wird – Lärchenwald im Gletschervorfeld.....	58
Gletschermessungen – das Eis unter dauernder Beobachtung.....	61
Die Waldgrenze einst und jetzt.....	66
Haltepunkt 5	
Atemberaubender Gletscherblick – Sattel unterm Elisabethfelsen.....	68
Die Wahrnehmung des Hochgebirges im Wandel der Zeit.....	73
Pflanzen auf lockerem Schutt.....	76
Haltepunkt 6	
Stumme Zeugen des Eises – Gletschertopf am Abhang des Elisabethfelsens.....	78
Gletschereis als Gestalter der Landschaft Flechten.....	82
.....	85
Haltepunkt 7	
Menschgemachte Natur – Blick über den Sandersee.....	87
Gesteine und Bergbau im Umkreis der Pasterze.....	92
Bachbegleitende Vegetation und Schwemmuferbereiche.....	96

Haltepunkt 8	
Pasterzensee – am Ufer eines jungen Sees.....	99
Ein neuer See entsteht – der Pasterzensee.....	102
Pionierpflanzen.....	108
Haltepunkt 9	
Wendepunkt des Weges – wo vor Jahrtausenden	
Bäume wuchsen.....	110
Begraben vom Eis – Torf- und	
Holzfunde an der Pasterze.....	114
Leben im ewigen Eis.....	118
Haltepunkt 10	
Massentourismus – Talstation der Gletscherbahn.....	120
Naturschutzgeschichte.....	125
Gletscherweberknecht und	
Gletscherfloh – die Tierwelt der Pasterze.....	130
Endpunkt	
Franz-Josefs-Höhe – Inbegriff des	
österreichischen Alpenmythos.....	134
Gletscher und Gesellschaft	
– ein Blick in die Zukunft.....	138
Die botanische und ökologische	
Erforschung der Glocknergruppe.....	144
Serviceteil	147
Literatur	162
Glossar	164



Die zerfallende Gletscherzunge der Pasterze im Hochsommer 2023 mit dem Johannisberg im Hintergrund.

Geleitwort

Geleitworte zu schreiben ist eine Ehre, die Leser*innen in die Lektüre einzubegleiten eine Freude. Eine Freude ist es auch, weil ich als Leiterin der Abteilung Raumplanung und Naturschutz im Österreichischen Alpenverein die naturschutzpolitische Arbeit Peter Haßlachers, meines Vorgängers, fortführen darf. Eine Ehre ist es überdies, weil ich als einfaches Mitglied der Sektion Großkirchheim-Heiligenblut-Mörtschach die Aufgabe vom Vorsitzenden Ernst Rieger übertragen bekommen habe, obwohl er selbst aktiv zur Neuauflage dieses Büchleins beigetragen hat.



Liliana Dagostin mit Ernst Rieger (Vorsitzender der Sektion Großkirchheim-Heiligenblut-Mörtschach) am Gletscherweg Pasterze kurz vor „Sissis Bründl“.

Diese dritte Auflage des Führers „Gletscherweg Pasterze“ erscheint fast genau vierzig Jahre nach der ersten. Vierzig Jahre, in denen sich die Pasterze derart verändert hat, dass sie in einer Trauerprozession symbolisch bereits verabschiedet wurde. Tatsächlich verzeichnete die Pasterze im Haushaltsjahr 2022/23 mit über 200 Metern den größten Rückgang aller Gletscher, die das Team der ehrenamtlichen Gletschermesser*innen des Alpenvereins in diesem Messjahr beobachtet haben.

Der Gletscherweg Pasterze, wie Sie ihn heute vorfinden, führt durch eine faszinierende Hochgebirgslandschaft, entlang stummer Zeugen früherer Gletscherausdehnungen, und durch das Umfeld des einst so mächtigen Eisriesen im Herzen des Nationalparks Hohe Tauern. Kaum eine Landschaft ist einem rascheren Wandel unterworfen. Dort, wo das Eis schwindet, entstehen faszinierende und ökologisch wertvolle Sukzessionsflächen, die nach und nach von Pionierpflanzen besiedelt werden. In weiterer Folge werden Tiere, vor allem Insekten und Vögel, die Gletschervorfelder als Lebensraum erobern. Damit führt uns der Gletscherweg Pasterze gleichzeitig die Schönheit, aber auch die Vergänglichkeit unserer alpinen Umwelt vor Augen. Er schärft also einerseits unser Bewusstsein für den Klimawandel und seine Auswirkungen, andererseits unseren Blick für Prozesse, die hier, im Nationalpark, vom Menschen unbeeinflusst ablaufen dürfen. An die Pasterze reicht der Gletscherweg allerdings nicht mehr heran, diese Verfolgungsjagd haben wir aufgegeben.

Die Pasterze und das Gebiet rund um sie kennt kaum jemand so gut wie die Autoren dieses Naturkundlichen Führers, denn Gerhard Karl Lieb und Andreas Kellerer-Pirklbauer beobachten, vermessen und forschen hier seit Jahrzehnten. Ihnen beiden sowie der Sektion Großkirchheim-Heiligenblut-Mörtschach und dem Nationalpark Hohe Tauern Kärnten unter der Leitung von Direktorin Barbara Pucker gilt mein aufrichtiger Dank und meine Anerkennung. Genießen Sie diese außergewöhnliche Wanderung im Vorfeld des heute noch größten Eisstroms der Ostalpen.

Liliana Dagostin

*Leiterin der Abteilung Raumplanung und Naturschutz
im Österreichischen Alpenverein*

Geleitwort

Natur erleben und Natur greifbar machen – diese Philosophie vertreten und leben der Nationalpark Hohe Tauern und der Österreichische Alpenverein schon seit vielen Jahren. Gemeinsam werden immer wieder großartige Projekte erarbeitet und umgesetzt, die Naturinteressierten die Einzigartigkeit und Schönheit des Nationalparks Hohe Tauern näherbringen. Hervorzuheben ist hierbei besonders die zuverlässige Zusammenarbeit mit dem Alpenverein, welcher immer einen kompetenten Partner darstellt. Der vorliegende naturkundliche Führer „Gletscherweg Pasterze“ ist eines dieser Projekte – ein Leitfaden, mit dem Natur zu einem besonderen Erlebnis gemacht wird.



(Foto NPHT/Peter Schober)

In den letzten 150 Jahren ist die Pasterze auch zu einem Schwerpunkt der Gletscherforschung geworden. Zusammen mit vielen weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen hat man heute ein sehr gutes Bild über die Vergangenheit, die Gegenwart und die zukünftige Entwicklung der Pasterze. Genauso bewegt und dynamisch, wie es die Geschichte um das Werden des Nationalparks Hohe Tauern war, ist die Veränderung des Gletschers selbst.

Barbara Pucker

Nationalparkdirektorin

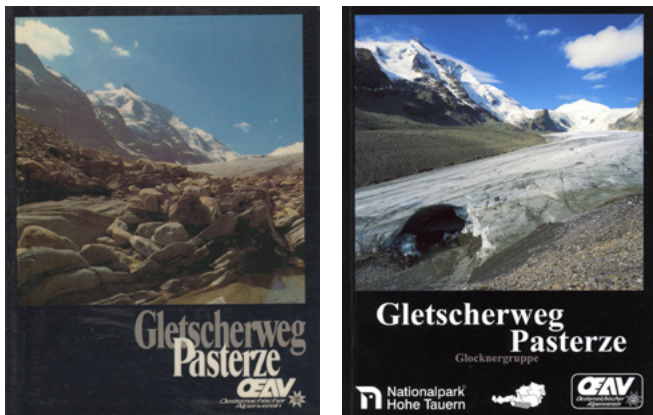


Das „Glocknertor“, bestehend aus zwei mächtigen Prasinit-Blöcken, vermittelt beim Glockner-Haus den Zugang zum Gletscherweg Pasterze, der sich immer schon als Beitrag des Alpenvereins zu Umweltbildung und Naturschutz auf eigenem Grundbesitz im Umfeld der Pasterze verstand.

Einführung

VIER JAHRZEHNTE GLETSCHERWEG PASTERZE IM LICHT VON KLIMAWANDEL UND POLITIK

Der Gletscherweg Pasterze existiert schon seit 1983 als vom Österreichischen Alpenverein initiiertes und betreutes Themenwanderweg durch das *Gletschervorfeld* des – zumindest im Jahr 2023 – immer noch größten Gletschers Österreichs. 1983 war vieles anders: Die Gletscher waren – aus heutiger Sicht – groß und hatten, was man damals noch nicht wusste, die gletscherfreundliche Phase 1965–1980 gerade hinter sich. Zwar war die Pasterze in dieser Zeit nicht vorgestoßen, aber sie hatte deutlich an Eismasse zugelegt und ihre Bewegung vergrößert. Einige der Nachbargletscher – etwa das Freiwandkees – schoben sich sogar um einige Meter nach vorne. Auch die Rahmenbedingungen, unter



Die beiden bisherigen Auflagen des Naturkundlichen Führers Gletscherweg Pasterze von 1983 (links) und 2004 (rechts).

denen der Weg angelegt wurde, waren ganz andere: Der Nationalpark Hohe Tauern war erst zwei Jahre zuvor durch einen ambitionierten, damals noch umstrittenen Alleingang der Kärntner Landesregierung Realität geworden, und im selben Jahr ging auch Salzburg diesen Schritt. Kurzum: Der Nationalpark steckte in den Kinderschuhen, und der Gletscherweg Pasterze war ein frühes bildungsbezogenes Projekt, das dem jungen Schutzgebiet Leben einhauchen sollte. Vom Klimawandel war angesichts der zurückliegenden kühlen und feuchten eineinhalb Jahrzehnte noch kaum die Rede.

Als 2004 der neu konzipierte Weg und die vollständige Neubearbeitung des naturkundlichen Führers der Öffentlichkeit vorgestellt wurden, war der „Hitzesommer“ 2003 noch stark im kollektiven Gedächtnis präsent. Dieser hatte in einem Jahr die Gesamtmasse des Eises in den Alpen gleich um 3,5 Prozent dezimiert und der Gesellschaft vor Augen geführt, dass der von ihr selbst vehement verstärkte Klimawandel sich anschickte, das Bild der Alpen (und der übrigen Erde) markant zu verändern. Ein Sommer wie jener von 2003 gilt heute schon fast als „normal“. Die Befunde zum *anthropogen* verstärkten Klimawandel waren, wie wir heute wissen, zwar längst eindeutig, es reichte aber noch nicht für ein breites öffentliches Bewusstsein. Dieses zu fördern, war ein Ziel des damaligen Projektes Gletscherweg Pasterze, weshalb auch Weg und Publikation konzeptionell auf ein gesamthaftes Erlebnis mit Fokus auf Umweltbildung getrimmt wurden. Gletscherschwund war also längst Alltag im Gebirge geworden und galt zunehmend als Folge des anthropogenen Klimawandels, ohne dass man diesen schon als beängstigend wahrgenommen hätte. Der Nationalpark Hohe Tauern war mittlerweile gut etabliert, hatte schon fast seine heutige Größe erreicht und es gab in Österreich auch schon (wie heute) fünf weitere, wenngleich viel kleinere Nationalparks.

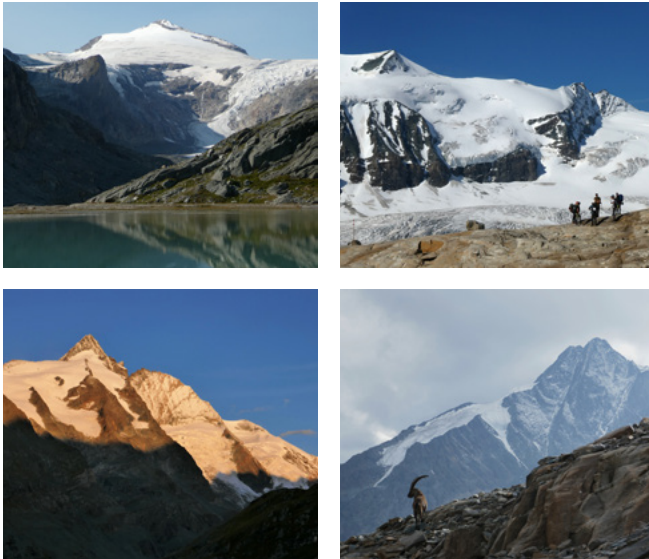
Die vorliegende Neubearbeitung des Führers erreicht nun eine Gesellschaft, die sich selbst durch „multiple Krisen“ gefährdet sieht, unter denen die „Klimakrise“ vielen Menschen – zumindest langfristig – als die größte gilt. Der gegenwärtige Klimawandel hat ein die Menschheit bedrohendes Ausmaß erreicht, aber noch immer nicht zu einem wirklich umfassenden, gesamtgesellschaftlichen ökologischen Umdenken geführt oder gar die Klimapolitik bahnbrechend beeinflusst. Zwar treibt man in Österreich den Ausbau von Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energie fieberhaft voran, opfert damit aber im Gebirge die letzten naturnahen Gebiete, die wir noch haben, obwohl diese zur Bewältigung der Klimakrise genauso notwendig wie die „Erneuerbaren“ sind. Eine sektorenübergreifende Energie- und Umweltpolitik würde alle naturnahen Flächen schützen und (auch unpopuläre) Maßnahmen setzen, um den Energiehunger der Gesellschaft zu reduzieren. Diesen massiv zu drosseln, wäre gleichzeitig auch das, was jedes einzelne Individuum beitragen könnte. Die Gletscher in den Alpen allerdings würde eine solche Politik nicht mehr retten, denn das Klimasystem ist hierfür zu träge: Die Pasterze ist nicht nur im Rückzug, sondern in Zerfall begriffen und wird längst mehr als trauriges Relikt ihrer selbst denn als imposante Eislandschaft wahrgenommen. Politisch aber geht es nicht nur um die Gletscher und den ökologischen Zustand der Gebirge, sondern um ein Denken und Handeln, das wirtschaftliches und soziales Wohlergehen von Energie- und Ressourcenverbrauch entkoppelt und damit das Erdsystem vor dem Kollaps bewahrt.

ZIELSETZUNG DES GLETSCHERWEGES PASTERZE

Der Gletscherweg Pasterze versteht sich nicht bloß als Themenweg, der naturkundliche Informationen darbietet, sondern es geht um viel mehr:

- Zum einen möchten der Österreichische Alpenverein, sowie der Nationalpark Hohe Tauern und die Autorinnen und Autoren die Kopplung von Natur, Gesellschaft, Wirtschaft und Politik zu einer unauflösbaren Einheit, wie sie sich uns am Beispiel der Pasterzen-Landschaft zeigt, verdeutlichen. Dies geschieht gemäß einem Denkansatz, worin der Mensch (Gesellschaft, Kultur) nicht mehr im Gegensatz zur Umwelt (Natur) gesehen wird, sondern beide als untrennbar zusammengehörig und aufeinander angewiesen betrachtet werden. Dieses Denkmodell ersetzt ein älteres, worin Mensch und Umwelt als getrennt und letztere als Ressource oder Verfügungsmasse für den Menschen angesehen wurde. Heute geht man davon aus, dass der aktuell kritische Zustand der Umwelt (und des Klimas) ursächlich auf diese alte Grundannahme, vor allem aber auf die davon abgeleiteten ökonomischen Logiken zurückzuführen ist.
- Zum anderen wird aus der Erkenntnis der Untrennbarkeit von Kultur und Natur bzw. der Verwobenheit von Gesellschaft und Umwelt – häufig zum Ausdruck gebracht durch den Begriff „Mitwelt“ anstelle von Umwelt – der Mensch in der Welt dezentriert, also das anthropozent-

rische Weltbild aufgegeben. Mensch und Natur werden gleichrangig, Natur bekommt einen Eigenwert und eigene Rechte. Da der Mensch aufgrund seiner kulturellen und technischen Möglichkeiten die Fähigkeit besitzt, die Natur auszubeuten und – wie sich auch am Gletscherweg Pasterze zeigen wird – zu zerstören, kommt ihm in diesem neuen Denken eine besondere Verantwortung zu. Die „Botschaft“ des Gletscherweges ist daher eine mitweltethisch-emanzipatorische, die in der Zielsetzung eines neuen Umgangs der Gesellschaft mit der Natur mündet.



Landschaftsimpressionen aus dem Umfeld der Pasterze (links oben Sandersee gegen Johannisberg, rechts oben Aufstieg zur Oberwalder-Hütte, unten Großglockner, links von Südosten, rechts von Nordosten).

Dies bedeutet eine individuelle Umorientierung ebenso wie eine Umgestaltung von Politik, Gesellschaft und Wirtschaft, eine Transformation, die vordergründig mit dem Gletscherweg Pasterze nichts zu tun zu haben scheint. Jedoch gehen Herausgeber sowie Autorinnen und Autoren davon aus, dass ein Bergwandererlebnis mit besonderen Qualitäten und einem ganzheitlichen Blick auf das Hochgebirge Besucherinnen und Besucher zur Reflexion eigener Einstellungen und Handlungsweisen anregen kann. Hierzu tragen einerseits Emotionen bei, die sich, wie wir hoffen, beim Begehen des Weges von selbst einstellen, andererseits aber auch eine kognitive Komponente durch die Texte dieses thematisch vielfältigen Bandes.

So können die landschaftlichen Veränderungen, die der Gletscherweg vor Augen führt, bewusst wahrgenommen und in den größeren Kontext des Beziehungsgefüges Umwelt – Gesellschaft – Wirtschaft – Politik eingeordnet werden. Dieser Rahmen ermöglicht eine vertiefte Reflexion der Erlebnisse und Beobachtungen. Die daraus erwachsende Erkenntnis der Unauflösbarkeit der Kopplung von menschlichen Aktivitäten und natürlichen Prozessen hat für den Alpenverein als Umweltschutz-Organisation zu folgendem ethischen Postulat geführt: Intakte Ökosysteme verdienen aus sich selbst heraus und gleichzeitig zum Wohle der Gesellschaft uneingeschränkten Schutz – auch außerhalb von Nationalparks und anderer Schutzgebiete!

Jegliche Entwicklungen dürfen nicht zu Lasten der natürlichen Umwelt erfolgen, da nachfolgende Generationen sonst in ihrer Entwicklung eingeschränkt sind. Diese Zukunftsvorstellungen entsprechen den 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (Agenda 2030) für eine „Transformation unserer Welt“.

HINWEISE ZUR BENÜTZUNG DES FÜHRERS

Die Grundidee des Gletscherweges Pasterze ist die einer Zeitreise, die dem Gang des Gletscherrückzugs seit der Mitte des 19. Jahrhunderts folgt und am Zielpunkt mit einem Blick in die Zukunft endet. Darauf sind die Texte abgestimmt, weshalb der Gletscherweg nicht in umgekehrter Richtung begangen werden sollte, obwohl dies selbstverständlich möglich ist. Dieses Begleitbuch, das Sie in der Hand halten – beschreibt die Haltepunkte entlang des Weges und versucht, die Vernetztheit von Umwelt, Gesellschaft, Wirtschaft und Politik aufzuzeigen. Der Band ist so konzipiert, dass er beim individuellen Begehen des Weges unterwegs verwendet werden kann. Die Texte beziehen sich auf die Standorte (Start-, Ziel-, Haltepunkte siehe Karte *Seite 177*) und umfassen jeweils folgende Bausteine:

(1) BASISINFORMATIONEN

Der Lauftext zum betreffenden Standort bietet spezifische Informationen zu diesem, u. a. zur Einordnung in den Verlauf des Gletscherrückganges (Gletschergeschichte) und zu den Wirkungen des Gletschers. Daneben wird auf die Erklärung des Blickfeldes – oft unterstützt durch beschriftete Bilder – besonderes Augenmerk gelegt.

(2) THEMATISCHE HINTERGRÜNDE

Orange hinterlegt sind an jedem Standort bestimmte Fragestellungen aus einem breiten Themenspektrum in einem Essay vertieft. Meist beinhalten diese Texte keine standortspezifischen, sondern weiterführende Hintergrundinformationen – mit dem Ziel der Einordnung der Beobachtungen in das Wirkungsgefüge Umwelt – Gesellschaft – Wirtschaft – Politik. Sie eignen sich

daher in besonderer Weise zur Einstimmung auf das Erlebnis Gletscherweg oder zu dessen Nachbereitung.

(3) PFLANZEN- UND TIERWELT

Grün hinterlegt findet sich an jedem Standort ein Textblock über Pflanzen oder Tiere. Dieser bezieht sich entweder auf lokale Besonderheiten im näheren Umfeld des Standortes oder auch auf übergeordnete Zusammenhänge aus botanischer, pflanzensoziologischer, zoologischer und/oder ökologischer Sicht.

WEG ZUM NÄCHSTEN HALTEPUNKT

Der letzte, nicht farblich hervorgehobene Textblock beschreibt kurz den nächstfolgenden Wegabschnitt, weniger in Form einer Wiedergabe des Wegverlaufes als vielmehr einer Einstimmung mit Hinweisen auf mögliches Beobachten oder Erleben. Fachbegriffe sind in der Regel an Ort und Stelle erklärt, für jene Begriffe, die im Text hervorgehoben sind, finden sich darüber hinaus Definitionen im Glossar.

HINWEISE ZUM BEGEHEN DES WEGES

Der Gletscherweg nimmt am Glockner-Haus seinen Ausgang und führt über 10 Haltepunkte durch das *Gletschervorfeld* der Pasterze zum Zielpunkt Franz-Josefs-Höhe, jedoch nicht auf den Gletscher selbst. Die Haltepunkte sind mit gut sichtbaren Nummernsteinen (aus dem Gestein *Prasimit*) gekennzeichnet, Informationstafeln vor Ort fehlen. Davon ausgenommen sind Start- und Zielpunkt, die Haltepunkte 9 und 10 sowie der Wegabschnitt zwischen diesen beiden. Alle Standorte ermöglichen ideale Perspektiven auf die stummen Zeugen früherer Gletscherausdehnungen sowie auf den noch verbliebenen Gletscher und sein Umfeld. Sie wur-

den aber auch in Hinblick auf einen angenehmen Wechsel von Anstrengungs- und Erholungsphasen beim Begehen des Weges festgelegt, ideal für so manche Pause zwischendurch.

Der Gletscherweg Pasterze ist durchgehend sehr gut markiert, ausgebaut und vom Österreichischen Alpenverein instandgehalten, dennoch handelt es sich um einen hochalpinen Steig mit der Schwierigkeit „rot“. Dies bedeutet, dass zu seiner Begehung gute gesundheitliche Konstitution und Kondition sowie passende Bergwanderausrüstung unabdingbar sind. Dabei ist besonders auf feste Wanderschuhe sowie auf qualitativ hochwertigen Regen-, Kälte- und Sonnenschutz zu achten!

Der Startpunkt des Gletscherweges Pasterze ist das Glockner-Haus des Alpenvereins Klagenfurt. Es liegt unmittelbar an der „Gletscherstraße“, einem Nebenast der Großglockner-Hochalpenstraße und ist über diese sowohl von Kärnten (Talort Heiligenblut) als auch von Salzburg (Talort Fusch und über das Hochtorn) leicht erreichbar (genauere Hinweise *ab Seite 153*).

Der Zielpunkt des Weges ist die Franz-Josefs-Höhe, gleichzeitig Endpunkt der Gletscherstraße. Die Rückkehr zum Glockner-Haus ist mit dem Bus oder zu Fuß in rund in einer knappen Stunde über den landschaftlich schönen, gut markierten Weg 702 (Teilstück des Tauern-Höhenweges) möglich.

Die Gehzeit zwischen den einzelnen Haltepunkten beträgt zwischen 10 und 25 Minuten, für den gesamten Weg ist (ohne Verweilzeiten an den Haltepunkten und individuelle Stopps) mit rund 2 ½ Stunden zu rechnen. Es wird im Sinne eines intensiven Erlebnisses aber empfohlen, sich für den Gletscherweg wesentlich mehr Zeit, zumindest einen halben Tag, zu nehmen und ihn bei stabiler Witterung mit guter Sicht zu begehen.

Entsprechende Ausrüstung und Umsicht von Seiten der Betreuenden vorausgesetzt, ist der Weg auch für **Kinder** im Volksschulalter ein einmaliges Erlebnis, welches sicherlich in guter Erinnerung bleiben wird.



Der Gletscherweg Pasterze ist durchgehend gut markiert, die Haltepunkte sind mit Nummernsteinen gekennzeichnet (Fotos A. Praxmarer).

Startpunkt Glockner-Haus (2132 m) – ein traditionsreicher Standort

Das altherwürdige Gebäude mit seinen Treppengiebeln ist eines der architektonisch einprägsamsten Bauwerke entlang der Großglockner Hochalpenstraße. Im Kern geht der Bau auf das Jahr 1876 zurück und er war damals eine der ersten Schutzhütten im Umkreis des Großglockners. An den Besitzverhältnissen hat sich nichts geändert: Damals wie heute gehört das Haus dem Alpenverein Klagenfurt. Der Standort wurde bewusst gewählt: Neben Faktoren wie einem ebenen Bauplatz und Wasserverfügbarkeit von einer nahe gelegenen Quelle waren die günstige Lage am Knotenpunkt mehrerer Bergwege, vor allem aber die Aussicht entscheidend. Schon 1856 hatte das österreichische Kaiserpaar den Blick auf die damals ein Jahr nach ihrem neuzeitlichen Ma-



Das Glockner-Haus um 1890 mit der Pasterze und dem Großglockner (Verlag Stengel & Markert Dresden, Archiv G. Lieb).

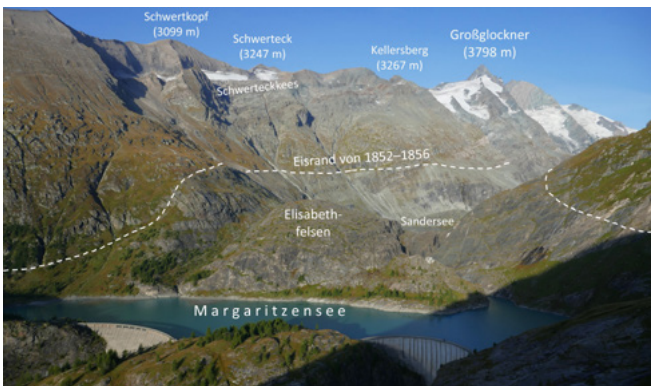


Das Glockner-Haus in einer ähnlichen Ansicht 2021 – die Pasterze ist von hier seit den 1990er-Jahren nicht mehr zu sehen.

ximalstand noch nahe und außerordentlich beeindruckende Gletscherzunge der Pasterze bewundert. Kaiserin Elisabeth, Sisi, begnügte sich mit der Aussicht vom „Bretterboden“, dem späteren Standort des Glockner-Hauses, dem man ihr zu Ehren den Namen Elisabethruhe gab. Kaiser Franz Josef I. stieg noch die rund 200 Höhenmeter zu Fuß hinauf zum Hohen Sattel und „hinterließ“ dort ebenfalls seinen Namen (Endpunkt des Weges).

Das Glockner-Haus erfreute sich von Anfang an großer Beliebtheit, musste bereits wenig später erweitert werden und registrierte schon um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert rund 4000 Gäste pro Sommersaison. Seit 1895 führte hierher eine mit Pferdekutschen befahrbare Straße, die „alte Glocknerstraße“. In ihrem oberen Abschnitt mit der heutigen „Gletscherstraße“, wie die Stichstraße zur Franz-Josefs-Höhe heißt, identisch, hat sich ihr unterer Teil weithin in historischem Zustand erhalten und kann als empfehlenswerter Wanderweg (Nr. 774) benutzt werden. Es mag aus heutiger Sicht verwundern, dass der Bau dieser Straße ein vom Alpenverein getragenes Projekt war, aber damals war die Erschließung der Alpen noch das vorrangige Ziel der Vereinspolitik. Erst nach dem Ersten Weltkrieg rückte der Naturschutz und die nachhaltige Entwicklung des Berggebietes in den Fokus des Alpenvereins.

Sein heutiges Erscheinungsbild verdankt das Glockner-Haus der behutsamen Generalsanierung 2001/02 mit Anbau der verglasten „Otto-Umlauf-Panorama-Terrasse“. Durch die gleichzeitig erfolgte Verlegung der Straße an die Bergseite des Hauses ist talseitig eine schöne Plattform entstanden. Hier stimmen Informationstafeln auf einige Themen des Gletscherweges ein. Hervorgehoben sei die Bildserie auf der Tafel „Der Rückgang der Pasterze – Zeitreise in die Vergangenheit“. Diese zeigt den früher von hier beeindruckenden Gletscherblick und veranschaulicht das seit dem *Gletscherhochstand* um 1850 erfolgte Zurückweichen der Gletscherzunge. Sie ist seit den frühen 1990er-Jahren von hier

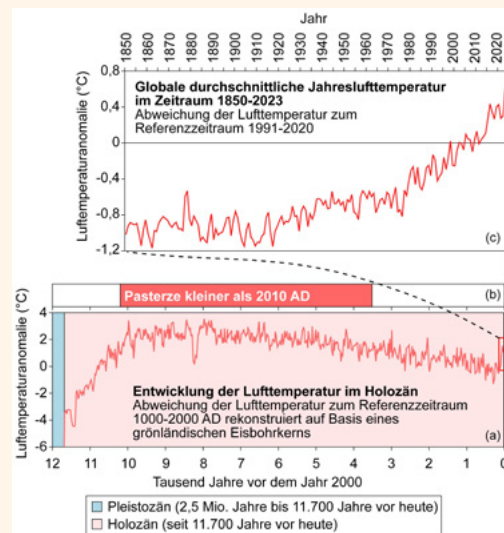


Panorama des Glocknerkamms vom Karl-Volkert-Haus. Der Blick von dort zeigt auch den Margaritzensee mit den beiden Staumauern, welche vom Glockner-Haus aus nicht zu sehen sind.

aus nicht mehr sichtbar. Das Blickfeld von diesem Standort erlaubt eine gute Orientierung über das Gebiet, durch das uns die erste Hälfte des Gletscherweges führen wird, und seine Bergumrahmung. Der Blick in die Taltiefe des Mölltales und zu den benachbarten Gebirgsgruppen ist allerdings vom nahen Karl-Volkert-Haus (2150 m, ca. 300 m südöstlich) besser als von hier.

GLETSCHERSCHWANKUNGEN, GLETSCHERSCHWUND UND KLIMAWANDEL

In den letzten etwa 11.700 Jahren – dieser Zeitraum wird als Nacheiszeit, Holozän oder Postglazial bezeichnet – schwankte die Ausdehnung der *Gletscher* mehrmals zwischen dem Ausmaß des bisher letzten (und an den meisten Gletschern größten) „Hochstandes“ um 1850 und kleineren Gletscherausdehnungen (siehe Abb. unten). Zwischen etwa 10.200 und 3.500 Jahren vor heute war die Pasterze



Relativer Temperaturverlauf im Holozän (a), Zeitraum, in dem die Pasterze kleiner als im Jahr 2010 war (b), und relativer Temperaturverlauf seit 1850 (c). (Grafik Autoren, Datengrundlage a: Vinther et al. 2009, b: Nicolussi et al. 2020, c: Copernicus 2024).

wahrscheinlich immer kürzer als im Jahr 2010, wie zahlreiche Torf- und Holzfunde im Gletschervorfeld der Pasterze (siehe „*Be-graben vom Eis*“) belegen. Dies bedeutet aber keineswegs, dass es damals wärmer gewesen sein musste als heute!

Aufgrund der Größe und somit Trägheit der Pasterze „hinkt“ die Eismasse ihrem „Gleichgewicht“ um Jahrzehnte hinterher und ist auch aktuell für die herrschenden klimatischen Bedingungen viel zu groß. Die Größe des Gletschers, in unterschiedlichen Jahren seit dem *Hochstand* und somit dessen Verkleinerung, wird aus der *Tabelle unten* ersichtlich. Besonders deutlich wird der *Gletscherschwund* im Volumenverlust, der bis 2023 bereits mehr als zwei Drittel des ursprünglichen Volumens umfasste und eine Wassermenge freisetzte, mit der man den Wörthersee etwa 2½-mal füllen könnte. Dennoch ist die Pasterze noch immer der größte Gletscher Österreichs und der Ostalpen (knapp gefolgt vom Gepatschferner in den Ötztaler Alpen).

Gletscher verändern stets ihre Größe in Reaktion auf langfristige Veränderungen von Lufttemperatur und Niederschlag. (Wie Gletscher auf die Witterung reagieren siehe „*Eis in Bewegung*“). In der Erdgeschichte gab es viele Jahrtausende, in denen es überhaupt keine nennenswerte Vergletscherung auf der Erde gab (sogenannte akryogene Phasen, z. B. der Zeitraum zwischen 250 und 3 Millionen Jahren vor heute). In den letzten Jahrtausenden jedoch kam es zu einer allmählichen Abkühlung der Erde, weil ein Kontinent (Antarktis) durch plattentektonische Bewe-

Jahr	1852	1924	1969	1985	2003	2012	2023
Länge (km)	11,40	10,30	9,50	9,00	8,40	8,14	7,40
Fläche (km ²)	26,5	22,6	19,8	18,9	18,1	16,6	15
Volumen (km ³)	3,1	2,5	1,8	1,6	1,4	1,2	0,9

Länge, Fläche und Volumen der Pasterze in verschiedenen Jahren seit 1852.

gungen in Pollage geriet. (Kontinente in hohen Breiten kühlen wegen der dortigen strahlungsklimatischen Gegebenheiten stark aus, vereisen und kühlen damit das gesamte Erdsystem.) Damit begann ein *Eiszeitalter*, das so lange andauert, wie der Kontinent am Pol verbleibt. Die derzeitige Eiszeit, die vor rund 2,6–2,7 Millionen Jahren begann, trägt den Namen *Quartär*.

Innerhalb der *Eiszeitalter* kommt es durch die zyklische Veränderung astronomischer Bedingungen (Strahlungsintensität der Sonne, Sonnenflecken-Zyklen, wechselnde Geometrien der Erdbahn) zu einem Wechsel von Warmzeiten und Kaltzeiten. Die wechselnden Ausdehnungen der Gletscher bezeichnet man als (natürliche) Gletscherschwankungen. Beim Höhepunkt der letzten Kaltzeit (Würm-Kaltzeit), dem „Last Glacial Maximum“ vor 25.000–20.000 Jahren, bedeckte den Großteil der Alpen ein *Eisstromnetz*, wie man es heute beispielsweise noch in den Gebirgen Alaskas antrifft. Danach folgte das Spätglazial, in dem die Temperaturen, unterbrochen von zwei Kälterückfällen, anstiegen, sodass es am Ende dieser Phase Gletscher nur mehr in jenen Lagen des Hochgebirges gab, wo dies auch heute noch der Fall ist. Die Bedingungen im nachfolgenden Holozän – also die letzten 11.700 Jahre – wurden oben schon beschrieben.

Dies alles war durch natürliche Klimaschwankungen bedingt, im Gegensatz zum aktuellen Klimawandel. Der drastische *Gletscherschwund* (siehe „*Gletschermessungen*“) ist durch einen Temperaturanstieg bedingt, der zu etwa einem Drittel von natürlichem Antrieb verursacht ist. Etwa zwei Drittel sind hingegen auf die *anthropogenen* Veränderungen des Klimasystems, allen voran die Freisetzung von Treibhausgasen in die Atmosphäre, zurückzuführen. Diese verhindern aufgrund des *Treibhauseffektes* die Ausstrahlung im langwelligen Bereich des elektromagnetischen Spektrums und erhöhen dadurch die Temperatur.

WEIDERASEN DER SUBALPINEN/ALPINEN STUFE

Um das Glockner-Haus breitet sich ein blütenreicher, wunderschön bunter Almrassen aus, der mit einigen Kühen und Schafen beweidet wird. Diese sanfte Nutzung ist wichtig, um die Artenvielfalt und den Blütenreichtum dieses Weiderasens aufrechtzuerhalten. Dabei ist bedeutsam, nicht zu viele Kühe und Schafe auf die Almmatten zu treiben, da ein Übermaß an Beweidung Trittschäden, Weideauslesen und ein Vielfaches an Nährstoffeinträgen hervorrufen würde. Diese Einflüsse würden einige wenige Arten fördern, aber viele Pflanzen, auch solche mit auffallenden Blüten (z. B. verschiedene Orchideenarten), verdrängen. Ohne Nutzung jedoch würden die Almrassen in dieser Höhenstufe zuerst mit Gebüsch zuwachsen, nachfolgend würde sich ein subalpiner Wald ausbilden. Es gibt, je nach den geologischen Verhältnissen, verschiedene Ausprägungen von subalpinen/alpinen Almrassen. Hier jedoch vermischt sich kalk-



Zwei typische Vertreter der Weiderasen im Nahbereich des Glockner-Hauses sind Stängelloser Enzian (*Gentiana acaulis*, links) und Arnika (*Arnica montana*, rechts).

und silikatreiches Substrat, sodass ein besonders interessanter und vielfältiger Weiderasen entstanden ist. Es handelt sich zum überwiegenden Teil um einen Blaugras-Horstseggenrasen (*Sesle-*

rio-Caricetum sempervirentis) über Kalkschiefer. Entlang des Weges wächst ein größerer Bestand des Gemeinen Frauenmantels (*Alchemilla vulgaris* agg.). Weiters fallen die gelben Blüten von Alpen-Sonnenröschen (*Helianthemum alpestre*), Alpen-Wundklee (*Anthyllis vulneraria* ssp. *alpestris*), Berg-Nelkwurz (*Geum montanum*) und Berg-Hahnenfuß (*Ranunculus montanus*) auf. Besonders ins Auge stechen ebenfalls die lebhaft rosarot blühenden Köpfchen der Alpen-Grasnelke (*Armeria alpina*). Charakteristische Vertreter dieses Almrassens sind neben Arnika (*Arnica montana*) und Pyramiden-Günsel (*Ajuga pyramidalis*) auch der Stängelloser Enzian (*Gentiana acaulis*). Der bekannte Enzianschnaps wird jedoch nicht aus den kleinen blaublütigen Enziangewächsen, sondern aus den Wurzelstöcken der höherwüchsigen gelbblühenden Arten gewonnen (Punktierter Enzian *Gentiana punctata*, der auch hier vorkommt, und Gelber Enzian *Gentiana lutea*). Da heute alle Enzianarten geschützt sind, werden sie für die Schnapsherzeugung kultiviert.



Die Weiderasen der subalpinen und alpinen Stufe sind auch bevorzugte Lebensräume für eines der bekanntesten Tiere des Nationalparks, das Murmeltier.

Der Weg zum Haltepunkt 1

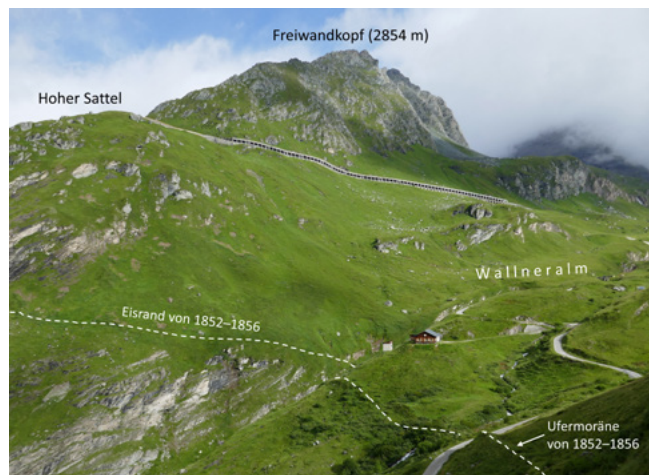
Der Gletscherweg Pasterze beginnt mit dem aus zwei *Prasinit*-Blöcken gebildeten „Glocknertor“ (siehe Seite 11), einem markanten, 2006 errichteten Kunstwerk, durch welches man sinnbildlich das „Reich“ von Großglockner und Pasterze betritt. Selbstverständlich ist es kein Zufall, dass die beiden schlanken Steine aus demselben Gestein wie der Großglockner bestehen (siehe „*Gesteine und Bergbau*“). Das erste, nur wenige Minuten in Anspruch nehmende Wegstück führt über Weiderasen sanft bergab und stimmt auf die Wanderung ein. Diese Rasen entstanden durch Jahrhunderte, wahrscheinlich sogar Jahrtausende andauernde sommerliche Beweidung. Den Untergrund bilden Böden, die sich das gesamte *Holozän*, also rund 11.700 Jahre hindurch, relativ ungestört entwickeln konnten, weil das Gelände seit damals nicht mehr vergletschert war. Nur in diesem Wegabschnitt haben wir also weichen Almboden unter den Füßen.

Haltepunkt 1 (2090 m): Eichmarke des Gletscherschwundes – Moräne des „Hochstandes“ von 1852–1856

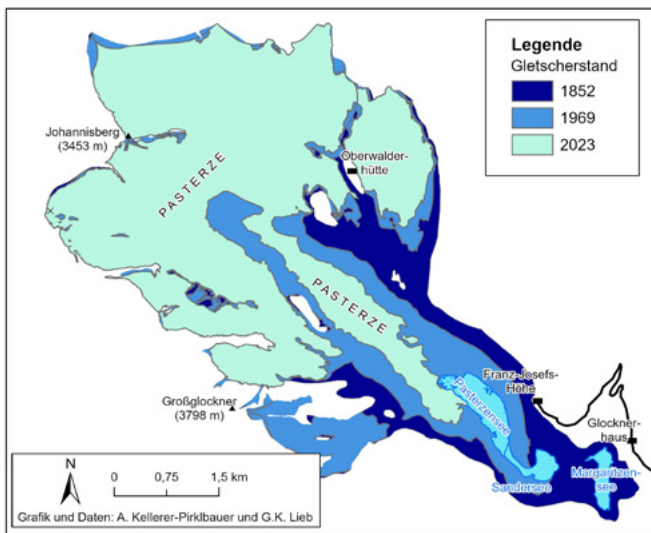
Der Haltepunkt liegt auf einem kleinen Felsköpfl, das als markanter Punkt, an dem sich auch die Wegrichtung ändert, zum Innehalten einlädt. Erstmals ist der Tiefblick zum Margaritzensee ungehindert möglich und man sieht, dass er eine Senke zwischen zwei mitten im Tal aufragenden Felsbuckeln, dem Margaritzenfelsen (links, östlich) und dem Elisabethfelsen (rechts, westlich) füllt. Beide Felsen waren beim *Gletscherhochstand* um 1850 vollständig von Eis bedeckt – Kaiser Franz Josef und Sisi sahen sie bei ihrem Besuch also nicht. Die Ausdehnung der Pasterze in jener Zeit ist das Hauptthema an diesem Haltepunkt. Hierzu wenden wir

den Blick nach rechts in das vom Margaritzensee heraufziehende Grafental, durch das die Werksstraße zu den Staumauern hinabführt. Etwas abseits der Straße erkennt man in Blickrichtung Nordwesten ein Haus, das als Orientierungspunkt dienen kann.

Wie man auch auf dem *Foto unten* erkennen kann, löst sich in der Richtung des weiterführenden Weges aus dem Hang unterhalb des Haltepunktes ein wenige Meter hoher Geländerücken, der von der Werksstraße zerschnitten wird und sich unterhalb des erwähnten Hauses noch ein Stück nach links fortsetzt. Hierbei handelt es sich um die wallförmige *Ufermoräne* der Pasterze, die uns hier exakt die Reichweite des Gletschers beim Gletscherhochstand um 1850 anzeigt. Der Gletscher konnte hier mitgeführtes Gestein im weniger steilen Gelände ablagern, während dies direkt unterhalb des Haltepunktes und am Gegenhang wegen der



Blick vom Haltepunkt 1 nach Nordwesten zur Ufermoräne der Pasterze vom Hochstand von 1852–1856.



Die Ausdehnung der Pasterze in den Jahren 1852, 1969 und 2023 (eigene Daten für 1852 und 2023, erstes österreichisches Gletscherinventar für 1969).

Steilheit nicht möglich war. Fachleute können aus solchen Moränenwällen den Umriss des Gletschers zum Zeitpunkt der Ablagerung rekonstruieren, für Gletscherstände nach 1850 ist dies auch aus Karten, Fotos sowie Luft- und Satellitenbildern möglich (siehe Abb. oben). Die allermeisten Alpengletscher hatten um die Mitte des 19. Jahrhunderts einen **Hochstand**, der entweder der größte der letzten 11.700 Jahre war oder diesem nur geringfügig nachstand. Insgesamt gab es alpenweit mehrere solcher großen Gletscherstände, zuletzt in der kühlen Klimaperiode seit dem ausgehenden Mittelalter (*neuzeitliche Gletscherhochstandperiode* oder „Little Ice Age“). Auch die Pasterze war an einigen Stellen bei früheren Hochständen (z. B. um 1620) um wenige Meter länger

oder breiter als Mitte des 19. Jahrhunderts. Die entsprechenden Moränenwälle sind aufgrund ihres höheren Alters schlechter erhalten als die jüngeren und durch starken Bewuchs kaum mehr erkennbar. Das genaue Jahr des Hochstandes ist nur an wenigen Gletschern bekannt. An der Pasterze gelang es Kurt Nicolussi und Gernot Patzelt (2001) mithilfe der Auszählung von Jahrringen (*Dendrochronologie*) an vom vorstoßenden Gletscher umgefahrenen Lärchen, den Maximalvorstoß auf die Jahre 1852–1856 zu datieren. Diese Lärchen wuchsen in der Möllschlucht unterhalb der heutigen Staumauer des Margaritzensees, weshalb auch die maximale Reichweite des Gletschers talwärts exakt bekannt ist.

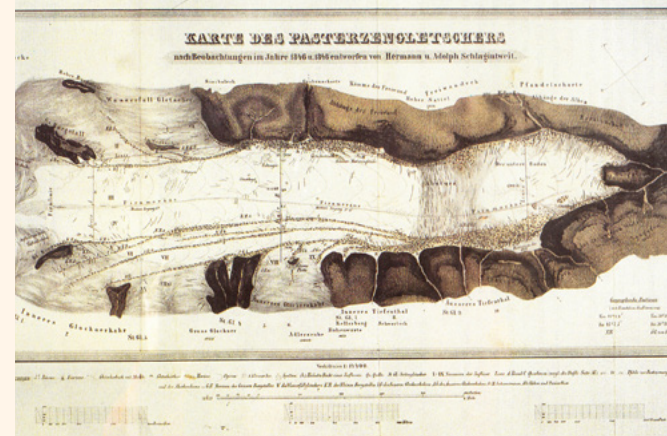


Eine Ansicht des Zmuttgletschers (Walliser Alpen, Schweiz) aus dem Jahr 1849 verdeutlicht, wie der vorstoßende Gletscher wenige Jahre zuvor Bäume umgefahren hat (Archiv H. Slupetzky).

DIE ANFÄNGE DER GLETSCHERFORSCHUNG AN DER PASTERZE

Damit die Erforschung von Gletschern (und anderen Naturphänomenen) überhaupt in Gang kommen konnte, bedurfte es einer geistesgeschichtlichen „Revolution“, der Aufklärung. Diese ermöglichte auf der Grundlage der neu errungenen Freiheit des menschlichen Geistes die „Entdeckung“ der Natur als etwas Schönes und Interessantes. Die Natur wurde nicht mehr als bloß gottgegeben angesehen, sondern ihr „Funktionieren“ hinterfragt, indem die ersten Forschenden die hinter den Naturerscheinungen stehenden Gesetzmäßigkeiten zu verstehen trachteten. Damit begründeten sie die Naturwissenschaften, deren Forschungsinteresse bis ins frühe 19. Jahrhundert primär auf Pflanzen und Gesteinen lag. Erst in den nachfolgenden Jahrzehnten richteten sich die Blicke verstärkt auf die Gletscher, wozu auch die Tatsache beitrug, dass sie in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts – wie schon mehrfach in den 250 Jahren davor (*neuzeitliche Gletscherhochstandsperiode*) – vorstießen. Die ersten gletscherkundlichen Überlegungen zur Pasterze sind uns von Erzherzog Johann überliefert, der sich 1832 hier aufhielt (Lieb u. Slupetzky 2011).

Als der eigentliche Beginn der Gletscherforschung an der Pasterze gelten jedoch die Studien der Gebrüder Hermann und Adolf Schlagintweit aus München, die sich hier die notwendige Erfahrung für ihre späteren Expeditionen in den Himalaya holten. Zwischen 1846 und 1848 führten sie „Untersuchungen über eine physicalische Geographie der Alpen in ihrer Beziehung zu den Phänomenen der Gletscher, der Geologie, Meteorologie und Pflanzengeographie“, wie der Titel ihres Buches lautet, durch. Sie selbst sahen sich in der Tradition des großen Forschers Alexander von Humboldt, dem sie ihr Buch auch widmeten. Ein Resultat der Forschungen der Gebrüder Schlagintweit war eine Karte der Gletscherzunge der Pasterze (siehe Foto Seite 35), die mit den



„Karte des Pasterzengletschers“ der Gebrüder Schlagintweit von 1850.

damals modernsten Mitteln der Vermessungstechnik aufgenommen wurde und als internationaler Meilenstein der Gletscherkartographie gilt. Diese Karte ist so genau, dass sogar schmale Streifen von *Moränen* gut erkennbar sind. Für das Wissen über die Gletschergeschichte ist die Karte von besonderem Wert, da sie die Pasterze knapp vor dem *Hochstand* zeigt: Die Margaritzen- senke, in der heute der gleichnamige Stausee liegt, war zum Zeitpunkt der Kartenaufnahme schon zur Gänze eisbedeckt und zwei deutlich erkennbare Gletscherzungen reichten in die Schluchten beiderseits des Margaritzenfelsens hinab, der selbst jedoch noch nicht unter Eis lag. Dies war wenige Jahre später der Fall, als sich die beiden Gletscherzungen zu einer vereinigten. Da die Endlage des Gletschers exakt bekannt ist, weiß man, dass der Gletscher in den letzten Jahren vor dem Hochstand jährlich um etwa 50 Meter vorgestoßen sein muss.



Historische Ansichtskarte der Pasterze mit Vergleichsbildern aus den Jahren 1875, 1885 und 1895 von G. Jägermayer (Verlag Würthle & Sohn Salzburg, Archiv Lieb).

Seither ist die Pasterze immer wieder Schauplatz von Forschungen gewesen. Für das Thema dieses Führers, den *Gletscherschwund*, sind dabei die Dokumentation des Gletschers in Karten und die Fotografien aus verschiedenen Jahren wichtige Grundlagen, um die Veränderung der Gletschergröße zu verfolgen. Fotopionier an der Pasterze war Gustav Jägermayer, der hier 1863 erstmals Aufnahmen machte und in späteren Jahren diese vom selben Standort wiederholte, um die Veränderungen festzuhalten (*siehe Foto oben*). Eine Pionierrolle hatte die Pasterze auch durch den frühen Beginn der jährlichen Messungen der Längenänderungen, die hier schon 1879 durch Ferdinand Seeland begonnen wurden und seit damals den Gletscherschwund detailreich nachvollziehbar machen (*siehe „Gletschermessungen“*).

WEIDENGEBÜSCH

Beim Haltepunkt 1 fällt sofort der Wechsel vom kleinwüchsigen subalpinen/alpinen Rasen zum hochwüchsigen Weidengebüsch auf. Weiden sind zweihäusige Pflanzen, das heißt, es gibt männliche und weibliche Sträucher. In dieser Höhenstufe blühen alle Weidenarten sehr zeitig, so dass beim Wandern entlang des Gletscherweges meistens fruchtende Sträucher zu beobachten sind. Die Früchte sind mit einem der Windausbreitung dienenden Haarschopf ausgestattet. Oftmals können auf den Laubblättern der Weiden Gallen ausgebildet sein, die eine optimale Umgebung für die Larvenentwicklung einiger Insekten darstellen. Die Gallenbildung wird durch den Speichel der Insekten ausgelöst. Neben verschiedenen strauchigen Weiden, die diesen Bestand dominieren (z. B. Bäumchen-Weide *Salix waldsteiniana*, Schweizer Weide *Salix helvetica*), findet man Arten der Hochstaudenfluren, die auf frischen und nährstoffreichen Boden schließen lassen: Grau-Alpendost (*Adenostyles alliariae*), Meisterwurz (*Peucedanum ostruthium*) und Wald-Storchschnabel (*Geranium sylvaticum*).



Zwei typische Vertreter der Weidengebüsche bzw. Hochstaudenfluren sind auch im Gletschervorfeld der Pasterze zu finden: die Schweizer Weide (*Salix helvetica*, Foto S. Gewolf, links) und der Wald-Storchschnabel (*Geranium sylvaticum*, Foto W. Bacher, rechts).

Der Weg zum Haltepunkt 2

Kurz geht es etwas steiler bergab, bevor wir auf der Höhe des vorhin betrachteten Moränenwalls (der rechts bleibt) das *Gletschervorfeld* der Pasterze betreten. An der Pflanzenwelt merkt man das am hochwüchsigen Weidengebüsch, aber man merkt es auch daran, dass der Weg steiniger wird als vor dem Haltepunkt 1. Im Gletschervorfeld war die Zeit seit dem Eisfreierwerden zu kurz, als dass eine mächtige Bodenschicht hätte entstehen können. Der Weg führt in einem nach Norden ausholenden Bogen, die Werksstraße abkürzend, zum Haltepunkt 2 beim Kraftwerks-Betriebsgebäude vor der Staumauer des Margaritzensees hinunter.

Haltepunkt 2 (2010 m): Elektrizitätswirtschaft und ihre Folgen – Staumauer des Margaritzensees

Schon bisher war entlang der Strecke der Einfluss gesellschaftlicher Aktivitäten auf die Hochgebirgslandschaft an Bauwerken und Anlagen unterschiedlicher Art unübersehbar. An diesem Haltepunkt aber stehen wir an einer Stelle, die ausschließlich von Technik geprägt ist und an der das, was man landläufig als „Natur“ bezeichnet, nur mehr die Kulisse bildet. Der Standort selbst befindet sich auf einer künstlich angelegten, mit einem massiven Geländer abgesicherten Terrasse, die nahe mächtige Staumauer zieht die Blicke an sich und aus dem in den Felsen hineingebauten Betriebsgebäude dringt beständig das Geräusch laufender Motoren. An den Wänden des Gebäudes befinden sich zwei Informationstafeln zu technischen Details über diese Anlagen und die gesamte Kraftwerksgruppe Kaprun.

Die Kraftwerksgruppe wird von der „Verbund Hydro Power“, dem Tochterunternehmen der Verbund AG, das für Wasserkrafterzeugung zuständig ist, betrieben und blickt auf eine lange

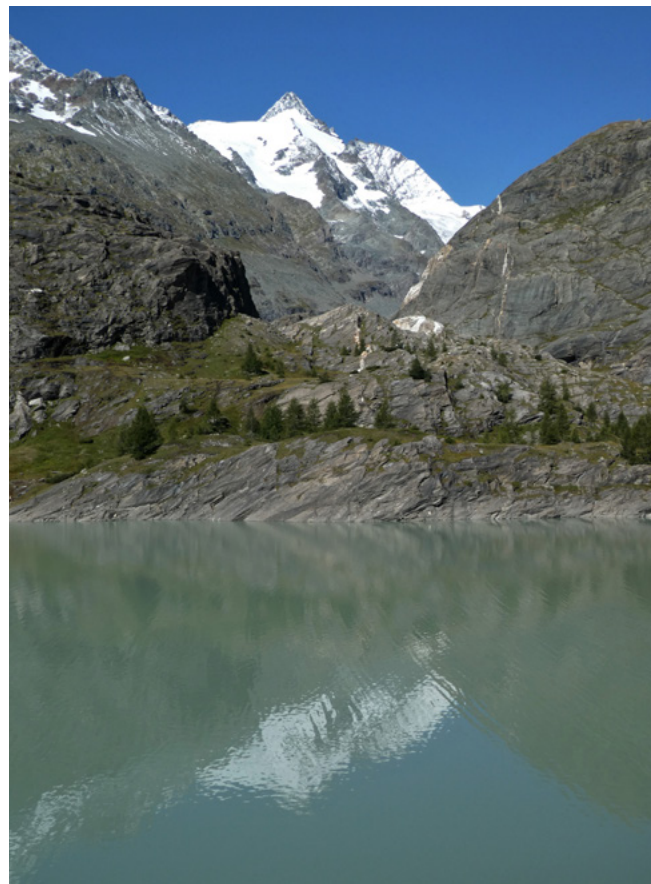
Geschichte zurück. Nachdem in der Zwischenkriegszeit durch die Fortschritte der Technik die Nutzung der Wasserkraft in größerem Stil möglich geworden war, geriet die Glocknergruppe und darin besonders das Kapruner Tal in den Blick der Energiewirtschaft (siehe „*Konflikte zwischen Ausbau erneuerbarer Energien und Naturschutz*“). Unmittelbar nach dem „Anschluss“ Österreichs an Hitler-Deutschland wurde mit den Bauarbeiten begonnen, die während des Zweiten Weltkriegs jedoch nur wenig vorankamen. Gestützt auf ERP-Mittel aus dem US-amerikanischen „Marshall-Plan“ nahm Österreich bzw. die verstaatlichte Tauernkraftwerke AG die Bauarbeiten 1947 wieder auf und führte sie 1955 zu Ende – für die Öffentlichkeit vor allem sichtbar in den drei großen Stauseen Mooserboden und Wasserfallboden (siehe Foto Seite 44) auf Salzburger Seite sowie Margaritze auf Kärntner Seite.



Großbaustelle Margaritze am 30.8.1952 mit Blick nach Westen zur Gletscherzunge der Pasterze und zum Großglockner (Foto W. Wagner, Archiv G. Lieb).

Die Errichtung der Anlagen wurde – zusammen mit der des Donaukraftwerks Ybbs-Persenbeug – als nationales Prestigeprojekt inszeniert und die Arbeiten ebenso wie die daran beteiligten Menschen ins Mythische überhöht. Dies ist nach den vorangegangenen gesellschaftlichen Erfahrungen der Zwischen- und Kriegszeit verständlich und auch im Lichte eines zur Nationsfindung Österreichs wichtigen Alpen- und Donau-Mythos zu sehen. Die negativen ökologischen Auswirkungen solcher Großprojekte waren damals noch kein Thema – es ging der Gesellschaft nur darum, den nachkriegszeitlichen Aufschwung herbeizuführen und dadurch die ökonomische (und politische) Lebensfähigkeit des wiedererstandenen Staates unter Beweis zu stellen.

Dem Margaritzensee kommt innerhalb der Kraftwerksgruppe Kaprun die Funktion zu, das Wasser im Einzugsgebiet der obersten Möll zu sammeln, das durch die Beileitung des Leiterbaches, die wir zwischen den Haltepunkten 3 und 4 passieren und gut sehen werden, vergrößert wird. Hierfür wurden die Geländegegebenheiten insofern ausgenutzt, als die natürliche Senke durch zwei Beton-Stauwerke, die Möllsperre mit 93 und die Margaritzensperre mit 39 Metern Gesamthöhe, beiderseits des Margaritzenfelsens zu einem See umgewandelt wurde. Das darin sich sammelnde Wasser wird durch die „Möllüberleitung“, einen 11,6 Kilometer langen Stollen, zu den jenseits des Alpenhauptkammes gelegenen Stauseen bzw. Kraftwerken geleitet. Dadurch entsteht die Situation, dass die Möll ihres Hauptwasserzubringers, des Abflusses von Niederschlags- und Schmelzwasser aus der Umrahmung der Pasterze, beraubt ist und seit der Inbetriebnahme der Kraftwerksgruppe 1955 der Fluss als bescheidene Quelle unterhalb der Staumauer „neu“ entspringt.



Nahе des Haltepunktes 2 öffnet sich dieser schöne Blick zum Großglockner. Durch die felsige Senke im Mittelgrund reichte das Eis noch um 1900 zum späteren Ufer des Margaritzensees herab.

KONFLIKTE ZWISCHEN AUSBAU ERNEUERBARER ENERGIEN UND NATURSCHUTZ

Hochgebirge eignen sich, wenn sie aus wasserundurchlässigem Gestein bestehen, hervorragend für die Anlage von Speicherkraftwerken zur Gewinnung von Strom, der bei entsprechender Dimensionierung der Anlagen zur Abdeckung von Bedarfsspitzen (Spitzenstrom) rasch bereitgestellt werden kann. Die wichtigsten Grundlagen hierfür sind im Hochgebirge folgende:

- Der Wasserreichtum des Hochgebirges entsteht einerseits aus den gegenüber den Niederungen höheren Niederschlagsmengen und andererseits aus der Speicherung des Wassers vor allem in Schnee und Gletschereis, die beim Schmelzen als sogenannte Spende das Wasserangebot im späten Frühjahr und Sommer erhöhen. Gletscher halten Wasser aber auch über lange Zeiträume zurück, indem sie in kühlen und niederschlagsreichen Jahren Niederschlag in Form von Schnee und Eis speichern. In warmen Jahren hingegen verlieren sie an Substanz und die freigegebene Spende vergrößert die Wasserführung der Gletscherbäche. Selbstverständlich bringt der aktuell verstärkte Gletscherschwund besonders viel Gletscherspende in die Speicherseen.
- Die Speicherseen befinden sich dort, wo deren Erbauung durch die Geländeformen erleichtert wurde. Zum einen bestehen vielerorts bereits natürliche Seen, deren Becken von früheren Gletschern ausgeschürft wurden (siehe „Gletscher als Gestalter der Landschaft“), und zum anderen erleichtern enge Talquerschnitte – wie bei der Möllsperre an der Margaritze – die Errichtung von Stau-mauern mit reduziertem Materialeinsatz. Außerdem kön-

nen Bäche mittels Beileitungen aus benachbarten Tälern durch Stollen eingespeist werden, um das hydrologische Einzugsgebiet der Seen auszuweiten und die Wassermengen zu erhöhen.

- Für die Stromerzeugung selbst ist schließlich die Fallhöhe, also der Höhenunterschied zwischen Speichersee und Turbine, entscheidend. Das Wasser, das durch Druckrohrleitungen ins Tal schießt und dort auf die Turbinen trifft, hat umso mehr Energie, je größer die Fallhöhe ist. Deshalb hat man die Speicherseen möglichst hoch ins Gebirge, vielfach – wie auch an der Pasterze – nahe an die Gletscherenden, gebaut.

Diese gute Eignung zur Elektrizitätsgewinnung hat die Hochgebirge seit der Zwischenkriegszeit für die Energiewirtschaft interessant gemacht. Die Hauptphase des Ausbaus fiel mit dem nachkriegszeitlichen „Wirtschaftswunder“ zusammen, das überall in Europa zu einer stark steigenden Nachfrage an Strom führte. Ähnliches gilt auch für Flüsse, an denen der Strom in Laufkraftwerken erzeugt wird. Diese erzeugen aus dem stetig verfügbaren Wasser beständig Strom (Bandstrom), womit sich die beiden Typen von Wasserkraftwerken ideal ergänzen.

Obwohl die Energie aus Wasserkraft zu den erneuerbaren Energieformen gehört, sind mit den zugehörigen Anlagen sehr bedeutende Eingriffe in die Natur verbunden. Diese bestehen keineswegs nur in der Veränderung des Landschaftsbildes, sondern auch in der Zerstörung von *Ökosystemen* und von *Biodiversität*. Dies gilt für alle großen Anlagen der Gewinnung erneuerbarer Energien, auch für Photovoltaik und Windkraftwerke. Um Etikettenschwindel zu vermeiden, sollte man daher bei diesen nicht von „sauberer“, „grüner“ oder „nachhaltiger“, sondern bloß von erneuerbarer Energie sprechen. Großprojekte der Wasserkraft



Speicherseen im Hochgebirge dienen der Erzeugung erneuerbarer Energie, stellen aber massive Eingriffe in Ökosysteme dar – Tiefblick auf den Margaritzensee von Norden und auf die beiden großen Kapruner Stauseen von Süden (vom Mittleren Bärenkopf). Das Wasser des Margaritzensees gelangt durch den Müll-Überleitungsstollen dorthin.

gerieten mit dem Aufkommen der Umwelt-Bewegung ab den 1970er-, besonders aber ab den 1980er-Jahren zunehmend in Kritik. Es regte sich immer mehr Widerstand gegen die Errichtung von Kraftwerken, eine Entwicklung, die in der Kontroverse um das geplante Kraftwerk Hainburg an der Donau östlich von Wien 1984/85 ihren Höhepunkt fand und zu einem Wendepunkt in der Umweltpolitik führte. Das Kraftwerk Hainburg wurde nicht gebaut und stattdessen dort 1996 der Nationalpark Donau-Auen eingerichtet. Auch der Weg zur Realisierung des Nationalparks Hohe Tauern in Tirol wurde erst 1992 frei, nachdem das Großkraftwerksprojekt an der Südseite der Hohen Tauern in Osttirol – mit einem Großspeichersee im Kalser Dorfertal – von der Politik abgelehnt worden war. Auch bei drei anderen österreichischen Nationalparks, Kalkalpen, Thayatal und Gesäuse, standen am Beginn ihrer Entstehungsgeschichte Interessenskonflikte zwischen Naturschutz und Energiewirtschaft.

Aktuell besteht wieder die Gefahr, dass der Ausbau der erneuerbaren Energie auf Kosten des Naturschutzes erfolgt. Da aber naturnahe Flächen mit ihren funktionierenden *Ökosystemen* für die Bewältigung der Klima- und Energiekrise genauso notwendig sind wie der Ausstieg aus fossilen Energieträgern, kann die Lösung dieses Dilemmas nur in einer Reduktion des Energieverbrauchs liegen. Auch wenn wir alle hierzu durch Veränderungen im eigenen Freizeit- und Konsumverhalten beitragen können, darf die Verantwortung für das Gelingen der „Energiewende“ nicht allein in die Hände der Individuen gelegt, sondern muss durch eine ambitionierte Umwelt- und Klimapolitik massiv vorangetrieben werden.

DIE BESIEDLUNG DES GLETSCHERVORFELDES DURCH PFLANZEN UND TIERE

In den Gletschervorfeldern entsteht durch Rückzug des Eises laufend Neuland, das von Pflanzen und Tieren in Besitz genommen wird. So lässt sich eine Aufeinanderfolge einfacher Pflanzen- und Tiergemeinschaften beobachten (*Primärsukzession*). Da *Gletschervorfelder* hochgradig heterogene und dynamische Lebensräume sind, verändern sich ständig die Standortfaktoren, die die Wiederbesiedelung beeinflussen. Über den Zeitpunkt der ersten Ansiedelung von Pflanzen entscheidet der Grad der Bodenruhe, der von Korngröße und Neigung abhängt. Je nach Umweltfaktoren läuft die Entwicklung der Pflanzendecke schnell oder langsam ab. Eine weitere wichtige Rolle spielt dabei die Bodenbildung, welche mit den ersten Pflanzen einsetzt. Wird die Bodenbildung nicht durch Erosionsvorgänge gestört, schreitet sie bis zu einem klimabedingten Endstadium (*Klimaxstadium*) fort. In diesem halten sich die bodenaufbauenden und -abbauenden Kräfte das Gleichgewicht.

Im Pasterzenvorfeld finden sich nur wenig entwickelte Böden. Erst in jüngerer Zeit eisfrei gewordene Flächen tragen nur *Rohböden*, auf denen sich unter den isoliert stehenden Pionierpflanzen allmählich etwas Humus ansammelt. Auf sandigen Bereichen direkt vor dem derzeitigen Gletscherende lassen sich noch keine Ansätze von Bodenbildung erkennen. An diesen sickerfeuchten und bewegten Stellen kommen nur äußerst gut angepasste *Pionierpflanzen* (siehe „*Pionierpflanzen*“) vor. Bei den Tieren sind an diese widrigen Verhältnisse besonders einige Arten der Springschwänze angepasst, die sogar auf Toteis gefunden werden. Bessern sich die Standortfaktoren, treten Fliegen, Raubmilben, Spinnen und Laufkäfer hinzu (siehe „*Gletscherweberknecht und Gletscherfloh*“).



Bei der Wanderung entlang des Gletscherweges sieht man unterschiedliche Stadien der Primärsukzession: Im oberen Bild, aufgenommen zwischen den Haltepunkten 6 und 7 nahe dem Ufer des Sandersees, ist diese schon viel weiter fortgeschritten als im unteren zwischen dem Haltepunkt 7 und 8, wo die Pflanzendecke noch sehr lückig ist (Fotos: A. Praxmarer).

Wenn sich der anfänglich sehr bewegte Schutt etwas gefestigt hat, stellt sich im Pasterzenvorfeld eine Schuttgesellschaft mit der Quendel-Weide und der Silberwurz ein oder eine Schuttgesellschaft, in der der Ähren-Grannenhafer überwiegt. Diese Ausbildungen können sich durch weitere Bodenfestigung je nach Standortverhältnissen zu einer flechtenreichen Alpenazaleen-Heide oder zu einer bodensauren Alpenrosen-Heide entwickeln. In nassen, grundwasserabhängigen Bereichen stellen sich Quellgesellschaften mit diversen Moosen ein (*siehe „Bachbegleitende Vegetation“*), die sich bei gleichbleibenden Verhältnissen nicht mehr weiterentwickeln und somit die *Schlussgesellschaft* bilden.

Im Pasterzenvorfeld tritt überraschend keine signifikante Beziehung zwischen der Zeit der Eisfreiheit und der Gesamtdeckung der Vegetation auf. Dass ein gewisser Effekt des Faktors Zeit vorliegt, steht zwar außer Frage, doch ist er durch andere Faktoren so überlagert, dass kein direkter Zusammenhang zu sehen ist. Hochsignifikante Beziehungen ergeben sich aber beim Vergleich zwischen der Vegetationsdeckung und dem Auftreten von steinigem Material über einer bestimmten Korngröße. Jene Bereiche, die einen sehr hohen Anteil an steinig-felsigem Material, also größeren Korngrößen, besitzen, werden sehr langsam und jene Abschnitte, die einen sehr hohen Feinanteil im Substrat aufweisen, sehr schnell besiedelt. Dabei weisen die seennahen, feinerdereichen und stabilen Geländeteile hohe Vegetationsbedeckungen auf, während die steileren Hangbereiche nur geringe Deckungswerte zeigen.

Der Weg zum Haltepunkt 3

Über einige Stufen nach unten erreichen wir die Krone der Gewölbemauer der Möllsperre und überqueren diese mit abrupten Tiefblicken in die (trocken gefallene) Möllschlucht. Etwa dort, wo in deren Grund die ersten Bäume zu sehen sind, lag das Gletscherende der Pasterze zwischen 1852 und 1856. Es folgt die ebene Umgehung des Margaritzenfelsens an dessen Westseite. Hier sind an den Felsen links des Weges Spuren der Gletschertätigkeit in Form von *Gletscherschliffen* besonders deutlich zu sehen. Als das Eis zuletzt in den Jahrzehnten vor 1850 vorstieß, schob es sich bedingt durch das nachdrückende Eis auch bergauf über den Felsen, wobei mitgeführtes Gesteinsmaterial an der Basis des Gletschers das Gestein wie Schmirgelpapier abschliff.

Haltepunkt 3 (2010 m): Margaritzenfelsen – Landmarke im Gletschervorfeld

Von diesem Haltepunkt knapp südlich der flachen Kuppe des Margaritzenfelsens (2020 m) überblickt man das Gelände um den Margaritzensee gut. Dieser füllt ein vom Gletscher ausgeschürftes Becken, das vor der Überstauung in längeren eisfreien Perioden als wenig ertragreiche Viehweide genutzt werden konnte, was auch die Bedeutung des Namens ist: Margaritze bzw. „magere Etze“ meint eine „karge Weide“ (nach Pohl 2011, *siehe auch Haltepunkt 4, Seite 60*). Der Margaritzenfelsen ist ebenso wie der Elisabethfelsen jenseits des Stausees beidseitig durch markante Geländeeinschnitte begrenzt. Diese wurden durch den Gletscher bzw. dessen Schmelzwässer, der Streichrichtung der Gesteinschichten folgend, in den Untergrund gegraben. Da es – gleich wie beim Elisabethfelsen – beiderseits des Margaritzenfelsens solche Einschnitte gibt, war die Errichtung zweier Stauwerke

notwendig, um den See in seiner heutigen Form zu schaffen. Die vor uns liegende, 1952 fertiggestellte Margaritzensperre riegelt den südlichen der beiden Einschnitte ab. Es handelt sich dabei um ein ehemaliges Tal mit dem Namen Zlöp, was in der Sprachherkunft dem slowenischen Wort „zlap“ (Wasserfall) entspricht und inhaltlich die einstigen Gegebenheiten beschreibt. Beide Einschnitte, sowohl die Zlöp südlich als auch die Möllschlucht nördlich des Margaritzenfelsens, waren beim Hochstand von 1852–1856, wie beim Haltepunkt 1 schon beschrieben, für einige Jahre so mächtig von Eismassen erfüllt, dass auch der Margaritzenfelsens selbst vollständig unter Eis lag.

Schon am Weg hierher konnten wir die *Gletscherschliffe* beobachten, die davon zeugen, dass der Margaritzenfelsens vom Eis überflossen und dadurch seine Oberfläche geglättet wurde. Dies wäre durch das Eis allein jedoch nicht möglich, sondern ist dem mitgeführten Kies, Sand und *Schluff* an der Basis des Gletschers zu verdanken. Da der Gletscher aber auch größere Gesteinsbrocken unter hohem Druck auf den Felsen presst und weiterbewegt, kann der Fels regelrecht zerfurcht werden. Die dadurch entstehenden parallel angeordneten, meist einige Millimeter tiefen Rillen auf der Gesteinsoberfläche werden *Gletscherschrammen* genannt. Nach dem Verschwinden des Eises zeichnen sie exakt dessen frühere Fließrichtung nach. Auf wenig widerstandsfähigen Gesteinen wie hier – es handelt sich um *Kalkglimmerschiefer* (siehe „*Gesteine und Bergbau*“) – verschwinden sie wegen der *Verwitterung* der Gesteinsoberfläche aber schon nach Jahrzehnten bis Jahrhunderten.



Blick von Südosten über die Margaritzenfenster mit der zu dieser Zeit massiv vorstoßenden Pasterze, Thomas Ender (1793–1875). (Der Großglockner mit der Pasterze, um 1832, Residenzgalerie Salzburg, Aufnahme Fotostudio Ghezzi, Oberalm).



Derselbe Bildausschnitt zeigt 2022 nicht nur eine massiv veränderte Landschaft, sondern lässt im Vergleich mit der alten Ansicht auch erkennen, welche künstlichen Freiheiten sich Thomas Ender vor rund 200 Jahren genommen hatte.

EIS IN BEWEGUNG – EINFÜHRUNG IN DIE GLETSCHERKUNDE

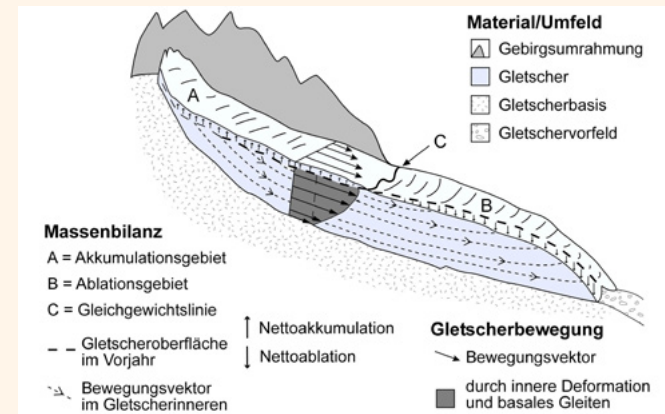
Dass der Gletscher den Untergrund formen kann, hängt damit zusammen, dass sich das Gletschereis kontinuierlich unter dem eigenen Gewicht bzw. dem Einfluss der Schwerkraft talwärts bewegt (siehe „*Gletscher als Gestalter der Landschaft*“). Das hängt mit den besonderen physikalischen Eigenschaften des Eises zusammen: Dieses ist „pseudoplastisch“ oder „quasiviskos“, das heißt, es ist weder rein starr, noch rein plastisch, noch rein viskos, sondern vereinigt alle diese Eigenschaften und hat daher die Fähigkeit, in festem Zustand zu fließen! Das Gletschereis reagiert auf Zugkräfte bruchhaft wie ein starrer Körper, es reißt auf und *Gletscherspalten* entstehen. Durch (langsame) Druckkräfte hingegen ist es verformbar und wird wie ein zäher Körper deformiert.

Woher aber kommt das Eis, das sich als *Gletscher* talwärts bewegt? Die Voraussetzung zur Entstehung eines Gletschers sind



Gletscherspalten machen die Bewegung des Eises sichtbar – hier im Jahr 2020 im Blick vom Mittleren Burgstall nach Westen zum Hufeisenbruch, über den das Eis zur Zunge der Pasterze hinabfloss bis hin zum Johannesberg.

Klimabedingungen, unter denen viele Jahre lang im Mittel mehr Schnee fällt als abschmilzt. Diese Bedingungen sind – wegen der regelhaften Abnahme der Temperatur und der Zunahme der Niederschlagsmenge mit der Seehöhe – in hohen und feuchten Lagen gegeben. Ohne die geschilderten mechanischen Eigenschaften des Eises würde der über die Jahre angesammelte Schnee gleichsam „in den Himmel“ wachsen. So aber entsteht durch Umwandlungsprozesse von Schnee über *Firn* das Gletschereis, das wegen der Neigung des Geländes durch die Schwerkraft gezwungen wird, talwärts zu fließen. Der Teil des Gletschers, wo Jahr für Jahr mehr Schnee abgelagert wird als abschmilzt, wird *Nährgebiet*, genannt. An der Pasterze befindet sich dieses Anfang der 2020er-Jahre in den höchsten Lagen des Gletschers oberhalb von 3000 bis 3100 Metern, etwa um den Johannesberg.



Schematischer Querschnitt durch einen Gletscher (mit Stromlinien zur Veranschaulichung der Gletscherbewegung, Nähr- und Zehrgebiet = Akkumulationsgebiet sowie der Veränderung der Masse von einem Jahr zum nächsten, Grafik Autoren).

Das Eis fließt in eine Höhenstufe hinab, in der die Klimabedingungen so sind, dass mehr Eis abschmilzt, als durch winterlichen Schneeeintrag anfällt. Dieser Teil des Gletschers, der also nur wegen des von oben nachfließenden Eises existieren kann, wird **Zehrgebiet** genannt. Der „Transport“ des Eises aus dem **Nährgebiet** erfolgt durch die Gletscherbewegung (siehe Abb. Seite 53), die heute an der Oberfläche der Pasterze meist wenige Meter pro Jahr beträgt. Da das aus den Hochlagen der Pasterze abfließende Eis ein Tal erfüllt, bildet sich eine typische **Gletscherzunge** aus. Gletscher mit diesem Erscheinungsbild werden alpine **Talgletscher** genannt.

Die jährliche **Massenbilanz** eines Gletschers ist die Summe aus **Akkumulation** (Eiszuwachs) und **Ablation** (Eisabtrag, Eisschmelze). Wo am Ende einer sommerlichen Schmelzperiode diese beiden Größen einander die Waage halten, liegt die Gleichgewichtslinie. Diese teilt Alpengletscher, die mit den Klimabedingungen in Einklang stehen, im langjährigen Mittel im Verhältnis von Nähr- zu Zehrgebiet wie 2 zu 1. Überwiegt durch entsprechende Witte-



Noch hat die Pasterze die charakteristische Form eines alpinen Talgletschers mit einer Gletscherzunge, der das Eis aus hochgelegenen Flächen, die als Nährgebiet fungieren, zufließt. Blick vom Fuscherkarkopf nach Südwesten zum Großglockner.

rung die **Akkumulation**, spricht man von positiver **Massenbilanz**, welche in mehreren aufeinander folgenden Jahren zur Volumenzunahme und als deren Folge zum **Gletschervorstoß** führt. Umgekehrt bedeutet Volumenverlust durch negative **Massenbilanzen** langfristig **Gletscherrückzug** bzw. Verkleinerung des Gletschers. In jedem Fall muss sich der Gletscher an die über mehrere Jahre vorherrschenden Witterungsbedingungen anpassen und ständig seine Geometrie in Länge, Breite (= Fläche) und Dicke (= Volumen) ändern. Dies bedeutet einen nicht enden wollenden Prozess der Anpassung, der die Gletscher zu äußerst veränderlichen Naturerscheinungen macht (siehe „Gletschermessungen“). Anhaltend negative Massenbilanzen, wie sie seit den 1990er-Jahren der Normalfall sind, lassen im anthropogenen Klimawandel die Gletscher in historisch noch unbekanntem Tempo schwinden.

Auf die Eisbewegung zurückkommend, bleibt die Frage, wann der Schnee am Johannisberg gefallen ist, bevor er seine Reise durch den Gletscher angetreten hat, um in Form von Eiskörnern an der Gletscherstirn anzukommen. Oder einfacher: Wie alt ist das Eis? Diese Frage beschäftigte schon die Gebrüder Schlagintweit 1850: Aus ihren Messungen errechneten sie eine mittlere Gletscherbewegung von 24 Zentimetern pro Tag, das sind rund 90 Meter im Jahr. Rechnet man das auf die damalige Gletscherlänge um, so wäre das Eis an der **Gletscherstirn** 1000 bis 1200 Jahre alt gewesen, der Schnee also etwa zur Zeit Karls des Großen gefallen! Das heute an der Stirn ankommende Eis stammt aus der frühen Neuzeit, wobei in höheren, vom Gletschereis wenig bewegten Bereichen an der Gletscherbasis noch älteres Eis liegen mag. Durch die Gletscherzunge bewegen sich die Eiskörner entlang gedachter Bewegungsbahnen: Die Stromlinien tauchen im Nährgebiet ein und an der Gletscherzunge durch das Abschmelzen des Eises wieder auf (siehe Abb. Seite 53).

SPALIER- UND TEPPICHWEIDEN

Am Gletscherweg Pasterze begleiten uns immer wieder hochspezialisierte, sehr kleinwüchsige Weidengebüsche, die nur im Hochgebirge zu finden sind. Diese sogenannten Spalier- und Teppichweiden bevorzugen schneefeuchte Mulden, aber auch Schuttfluren. Aufgrund der kurzen Vegetationszeit werden die Knospen dieser Spalierweiden sehr früh angelegt. So sind in einer Knospe gleich mehrere Knospengenerationen zu finden. Im Pasterzenvorfeld finden wir in *Schneetälchen* vor allem die Stumpfbblatt-Weide (*Salix retusa*) und die mit netzartigen Blattadern der Blätter und weißlich grauer Behaarung der Blattunterseite unverwechselbare Netz-Weide (*Salix reticulata*). Die Quendel-Weide (*Salix serpillifolia*), eine der häufigsten Spalierweiden im Vorfeld, besiedelt exponierte Fels- und *Ruhschutt*-Standorte.



Die Stumpfbblatt-Weide (*Salix retusa*) ist eine typische Pflanze der Schneetälchen im Gletschervorfeld der Pasterze (Foto W. Bacher).

Sie ist ein kompakter Spalierstrauch mit sehr kleinen, verkehrt-eiförmigen Laubblättern.

An einigen Stellen, z. B. nahe dem Haltepunkt 4, ist die Krautweide (*Salix herbacea*) zu finden, eine Art mit erstaunlichen Anpassungen an die alpinen Bedingungen: Der verholzte Spross befindet sich unterhalb der Erdoberfläche und nur die Zweigen mit den rundlichen Blättern sind oberirdisch ausgebildet. Oftmals wird die Krautweide als „kleinster Baum der Welt“ bezeichnet. Wie auch die anderen Spalierweiden ist sie jedoch ein Zwergstrauch, wobei die Überdauerungsknospen im Schneeschutz knapp über der Erde überwintern.



Die Krautweide (*Salix herbacea*) gilt als „kleinster Baum der Welt“ (Foto S. Gewolf).

Der Weg zum Haltepunkt 4

Nach der Überschreitung der Staumauer erreicht man in kurzem Anstieg die Wegabzweigung zur Salm-Hütte, in deren Nähe eine im Frühsommer blütenreiche, von der Rostblättrigen Alpenrose (*Almrausch*, *Rhododendron ferrugineum*) dominierte Zwergstrauchheide bewundert werden kann. Danach folgen wir in genau südlicher Richtung dem Ufer des Margaritzensees, das hier von einer bei den Bauarbeiten für den Stausee errichteten Terrasse gebildet wird, und erreichen die Leiterbach-Überleitung: Aus einem Stollen quillt als kräftiger Bach die Leiter hervor, die im benachbarten Leitertal gefasst und hierher umgeleitet wird, um die energetisch nutzbare Wassermenge des Margaritzensees zur vergrößern. Der Weg umrundet in der Folge das Südende des Sees und steigt sanft, zuletzt durch einen lichten Lärchenbestand, zum Haltepunkt 4 an.

Haltepunkt 4 (2043 m): Bevor es steil wird – Lärchenwald im Gletschervorfeld

An einer markanten Wegstelle, wo der hier flache Weg in einem fast rechten Winkel seine Richtung ändert, lichtet sich der lockere Lärchenwald so weit, dass man einen guten Blick nach Norden und Nordosten auf den Margaritzensee und zum Glockner- und Karl-Volkert-Haus hat. Damit handelt es sich – vor der folgenden, ersten Steilstufe – um einen angenehmen Rastplatz, der auch einen hübschen Rückblick auf den bisherigen Wegverlauf ermöglicht. Für die Fernsicht zur Goldberggruppe mit dem Hohen Sonnblick (3106 m), die man in den 2000er-Jahren von hier noch hatte, muss man sich allerdings noch ein wenig gedulden – erst auf dem nächsten Wegabschnitt wird die Sicht dorthin allmählich frei. Am Haltepunkt selbst sind hingegen die

Lärchen schon so groß geworden, dass sie an warmen, sonnigen Tagen angenehmen Schatten spenden. Interessant erscheint die Frage, seit wann diese von Einheimischen nunmehr „Lärcheck“ genannte Stelle schon eisfrei ist. Im Umkreis weniger Meter des Haltepunkts fällt auf, dass das Gelände eine relativ unruhige Oberfläche besitzt und der Untergrund großteils aus lockerem Moränenschutt besteht, der teilweise kleine Wälle ausbildet. Aus historischen Karten und Bildern ist bekannt, dass sich um etwa 1890 das Gletschereis vom heutigen Haltepunkt 4 zurückzog.



Blick vom Haltepunkt 4 nach Nordosten über den Margaritzensee.

In jener Zeit stießen manche Alpengletscher geringfügig vor – nicht jedoch die Pasterze, wie wir aus den damals schon seit mehr als einem Jahrzehnt von Ferdinand Seeland betriebenen jährlichen *Gletschermessungen* wissen. Allerdings dürfte der Gletscher, den geschilderten Geländegegebenheiten um den Haltepunkt zufolge, hier einige Jahre *stationär* geblieben sein, das heißt, die

Lage des Gletscherendes veränderte sich nicht wesentlich. Zum Blick über den Margaritzensee sei noch einmal an die Überlegung von Haltepunkt 3 angeknüpft, dass die vom See erfüllte Senke einst eine Viehweide war. Diese war während des Mittelalters wahrscheinlich recht gut als solche nutzbar, wurde aber mit dem Gletschervorstoß an der Wende zur Neuzeit (*neuzeitliche Gletscherhochstandsperiode*) wohl rasch unbrauchbar, indem Eislawinen vom Elisabethfelsen herab als Vorboten der heranrückenden Gletscherzunge die Grasnarbe zerstörten. Die Zeiträume zwischen den Vorstößen der Neuzeit waren wohl zu kurz, um eine zur Beweidung geeignete Grasdecke entstehen zu lassen.

Allerdings darf man sich das Areal innerhalb des Gletschervorfeldes auch in längeren eisfreien Phasen nicht als Weidegrund vorstellen, wie er für die moderne Viehwirtschaft benötigt wird. Vielmehr bestimmten in früherer Zeit Logiken der Selbstversorgung die Weidenutzung, die obendrein durch genügsames und keineswegs nach marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten gezüchtetes Vieh erfolgte. Heute sind die Nahbereiche des Glockner-Hauses und die Rossalm südöstlich des Stausees die am weitesten taleinwärts gelegenen Sommerweiden für Rinder. Dieses Weidegebiet – und nicht der Gletscher – war wohl mit der Bezeichnung „Pasterze“ gemeint, die ihm slawische Siedler im Frühmittelalter gaben und die mit „Hirtengegend“ (nach Pohl 2011) übersetzt werden kann.

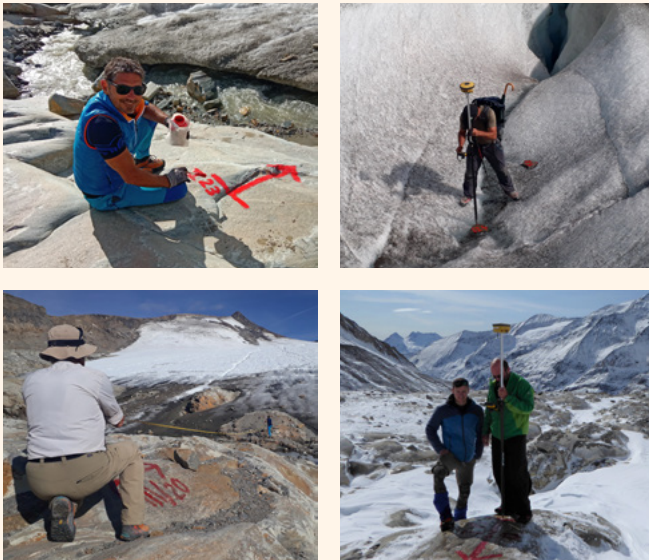
GLETSCHERMESSUNGEN – DAS EIS UNTER DAUERNDER BEOBACHTUNG

Zahlreiche wissenschaftliche Methoden unterschiedlicher Disziplinen sind im Lauf der Zeit – beginnend mit den Gebrüdern Schlagintweit um 1850 (*siehe „Die Anfänge der Gletscherforschung“*) – an der Pasterze angewandt wurden, um die Geheimnisse des Gletschers zu ergründen. Deren Ergebnisse an dieser Stelle auch nur ansatzweise darzustellen, würde den vorgegebenen Rahmen bei Weitem sprengen. Daher sei hier nur auf Vorgehensweise und Ergebnisse jener kontinuierlichen Arbeiten zum *Monitoring* der Pasterze eingegangen, die die langfristige Entwicklung des Gletschers (*Gletscherschwankungen*) nachzuzeichnen erlauben. Diese in der Regel jährlich durchgeführten *Gletschermessungen* blicken an der Pasterze auf eine besonders lange Tradition zurück. Bereits 1879 begann der Klagenfurter Bergwerksdirektor Ferdinand Seeland eine kontinuierliche Messreihe der Längenänderung der Pasterze, die bis heute in nur drei Jahren, 1963 bis 1965, auf Grund von Unzugänglichkeit unterbrochen worden ist. Damit ist sie die längste, auf konkreten Messungen vor Ort beruhende Messreihe (*siehe Abb. Seite 63*) eines Gletschers in den Alpen, höchstwahrscheinlich sogar weltweit (Lieb u. Kellerer-Pirklbauer 2018).

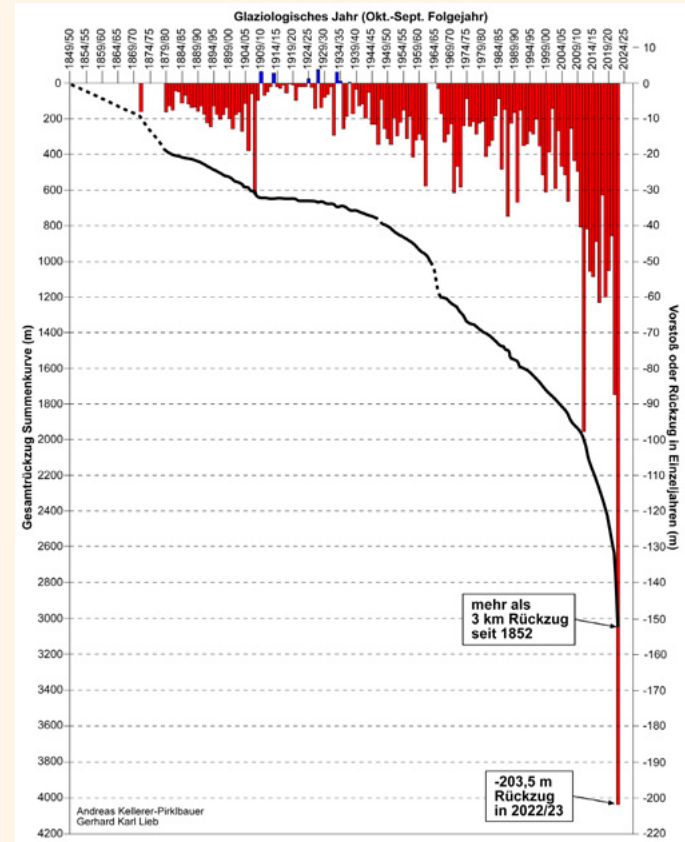
Die Messung der Längenänderung beruht ursprünglich auf einem einfachen Prinzip: Von festen Punkten im *Gletschervorfeld* nahe der *Gletscherstirn* werden alljährlich in derselben Richtung die Distanzen zum Eisrand (entgegen der Eisbewegung) gemessen. Die Einfachheit dieses bis heute bewährten Verfahrens hat erst die Länge der Messreihe ermöglicht – und dies keineswegs nur an der Pasterze, sondern an zahlreichen Gletschern Österreichs und weltweit. Für Österreich erfolgte 1891 ein „Aufruf“ des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins an seine Mitglieder, mit *Gletschermessungen* zu beginnen. Dieser fand große Resonanz und im Lauf der Zeit entwickelte sich daraus

der „Österreichische Gletschermessdienst“, der immer noch vom Österreichischen Alpenverein koordiniert und finanziert wird. Die Ergebnisse werden jährlich im Heft 2 seines Mitgliederzeitschrifts „Bergauf“ publiziert. Gleichzeitig fließen sie in internationale Datenbanken zur weltweiten Beobachtung der Folgen des *Klimawandels* ein.

Auch die Gletschermessungen an der Pasterze, die seit 1958 vom Institut für Geographie und Raumforschung der Universität Graz, aktuell unter der Leitung von Andreas Kellerer-Pirklbauer, durchgeführt werden, finden im Rahmen des Österreichischen



Bildliche Impressionen von den Arbeiten im Rahmen der jährlichen Gletschermessungen im Auftrag des Österreichischen Alpenvereins an der Pasterze und am Wasserfallwinkelkees (Foto rechts oben und links unten, A. Doric).



Jährliche Längenänderungen (rote und blaue Stäbe, Skala rechts) und aufsummierte Längenänderungen der Pasterze (schwarze Linie, Skala links) seit der Mitte des 19. Jahrhunderts auf Grundlage der Gletschermessungen des Österreichischen Alpenvereins.

Kenngröße	Messungsmethode	Dekadenüberblick 2013/14–2022/23
Längenänderung	ursprünglich einfache Messung (s. Text), aktuell DGPS u. Drohnenvermessung	mittlerer jährlicher Rückzug 69,2 m; Maximalwert 203,5 m (2022/23)
Änderung der Höhe der Eisoberfläche	mit DGPS (Höhen der entlang von 5 Profilen angeordneten Messpunkte)	BSL: mittleres jährliches Einsinken 5,6 m; Maximalwert 6,7 m (2021/22)
Bewegung an der Eisoberfläche	Maßband (Messung der Jahreswege ursprünglich jeweils an denselben Profilstellen deponierter Steine)	BSL: mittlere jährliche Oberflächengeschwindigkeit 8,1 m; Maximalwert 13,2 m (2013/14)

Jährliches Standard-Messprogramm an der Pasterze mit Messmethodik und exemplarischen Ergebnissen der letzten zehn Messjahre (Durchführung: Institut für Geographie und Raumforschung der Universität Graz, jüngste Messung 2023). Das Differential-GPS (DGPS) ist ein spezielles Verfahren des Globalen Navigations-Satellitensystems und dient der hochgenauen Bestimmung der Lage von Punkten (BSL = Beispielswerte für das Querprofil „Burgstalllinie“).

Gletschermessdienstes statt, umfassen jedoch ein wesentlich umfangreicheres Programm als „bloß“ die Feststellung der Längenänderung der Pasterze und zweier seiner Nachbargletscher. Die Tabelle 2 informiert hierzu und über ausgewählte Ergebnisse. Das Einsinken der Höhe der Eisoberfläche, das früher mit Theodoliten und heute mit moderner Differential-GPS-Techniken bestimmt wird, veranschaulicht die andauernden Volumenverluste. Mit diesen in Zusammenhang steht eine ständige Verringerung der Eisbewegung: Betrug die höchsten, in Einzeljahren gemessenen Bewegungsbeträge in den frühen 1980er-Jahren noch bis zu knapp 80 Meter, bleiben diese seit 2017 unter 10 Meter.

Die Ursache dieser Entwicklungen sind hochnegative *Massenbilanzen*, die von der „GeoSphere Austria“, der früheren Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, seit 2004

ebenfalls jährlich gemessen werden. Die mittleren spezifischen Massenbilanzen an der Pasterze, also die jährliche Massenänderung bezogen auf einen Punkt des Gletschers ausgedrückt in Millimetern, lagen etwa in den sieben Jahren zwischen 2015/16 und 2021/22 bei einer Eismenge, die einer Wassersäule von 9,5 Meter Höhe, im Schnitt 1,4 Meter pro Jahr, entspricht. Das Extremjahr war 2021/22, als der Verlust allein 2,3 Meter betrug. Dramatische Zahlen, die den zuvor durch Tabelle 2 aufgezeigten Gletscherschwund der Pasterze weiter untermauern.

Die Eisdicke der Pasterze kennt man aus Messungen mittels geophysikalischer Verfahren. Solche Messungen wurden in den 1990er-Jahren durch Norbert Span und Kollegen mit Hilfe von Eis- oder Georadar durchgeführt. 1995 wurde eine maximale Eismächtigkeit der Pasterze von 275 Metern bestimmt. Das war der höchste Wert, der je an einem österreichischen Gletscher gemessen wurde. Im *Nährgebiet* betrug die Eisdicke im Mittel noch 120 Meter. Aus allen Eisdickenmessungen konnte schließlich das gesamte Volumen der Pasterze für 1995 mit 1,77 Kubikkilometer Eis bestimmt werden. Dieser Süßwasserspeicher hätte gereicht, eine Stadt mit 100.000 Einwohnern 200 Jahre lang täglich mit 200 Liter Wasser pro Person zu versorgen. Bis 2023 hat sich das Volumen weiter dramatisch reduziert und beträgt nur mehr etwas weniger als 1 Kubikkilometer. Verknüpft man die früheren Eisradarmessungen mit jenen der aktuellen Oberflächenvermessung, so ergibt sich 2023 eine maximale Eismächtigkeit an der Pasterze im Bereich zwischen dem Kleinen und Mittleren Burgstall von rund 140 Metern, also nur mehr rund die Hälfte und das nach nur 28 Jahren! Vielerorts ist die Pasterze nur mehr wenige Zehnermeter mächtig und reichlich mit Spalten durchsetzt, was das Zerfallen des Eises weiter beschleunigt.

DIE WALDGRENZE EINST UND JETZT

So markant wie die oberste Waldgrenze in den Hohen Tauern heute erscheint, ist nur selten eine natürliche Grenze. Die Höhe der Waldgrenze ist vom Breitengrad abhängig und wird durch klimatische und bodenbedingte, also *edaphische* Faktoren be-



Lärchen (*Larix decidua*) bilden entlang der Gletscherstraße die Waldgrenze. Die heutige Lage der Waldgrenze ist auf menschlichen Einfluss zurückzuführen – sie wurde zur Gewinnung von Wiesen und Weiden herabgedrückt. Blick von Südosten zum Großglockner (Foto O. Stöhr).

stimmt. Jedoch reicht überall der Baumwuchs noch in größere Höhen, oberhalb des geschlossenen Waldbestandes, hinauf. So stellt sich die Frage, warum dort, wo ein Baum gedeiht, nicht mehr ein ganzer Wald wächst. Die Ursachen hierfür liegen in den erwähnten Tätigkeiten des Menschen, der über Jahrhunderte, ja Jahrtausende sowohl durch die Anlage von Wiesen und Weiden als auch durch die holzwirtschaftliche Nutzung des Waldes die gegenwärtig erkennbare Höhengrenze bestimmt und die klimatischen Bedingungen verändert hat. So liegt im obersten

Mölltal die Waldgrenze wahrscheinlich 200 bis 300 Meter unter ihrer ehemals natürlichen Grenze.

Wenn wir einen Blick auf die Seitenhänge des Mölltales werfen, ist zwar die aktuell sichtbare Waldgrenze auch klimatisch geprägt, jedoch in ihrer Einzelausformung sehr stark anthropogen bedingt. So ersetzt die Lärche (*Larix decidua*) hier an der obersten Waldgrenze weitgehend die Zirbe (*Pinus cembra*). Aus der natürlichen *Schlussgesellschaft* des Lärchen-Zirbenwaldes ist durch die almwirtschaftlich bedingte Auslese ein reiner Lärchenwald entstanden. Nach oben hin ist dieser parkartig aufgelichtet. Die Lärche ist mit ihren 20 bis 40 hellgrünen, gebüschelten Nadeln an den Kurztrieben leicht zu erkennen. Sie ist der einzige heimische Nadelbaum, der die Nadeln im Spätherbst abwirft. Wegen der Entnadelung ist die Lärche dem Schneepilzbefall nicht ausgesetzt. Die letzten baumförmigen Lärchen finden wir in der näheren Umgebung von Haltepunkt 5. Entlang des Weiterweges kommen nur noch Krüppelformen dieses Nadelbaumes vor, die darauf hinweisen, dass hier der baumförmige Wuchs an seine Grenzen stößt. Krüppelformen treten wegen der lokalklimatischen Bedingungen – etwa starke Windausgesetztheit – auf, aber auch die Auflagerung von Staub und Sand kann eine Rolle spielen. Die Lärche ist ökologisch recht anspruchslos und kann unterschiedlichste Standorte besiedeln. Sie keimt besonders gut auf *Rohböden*, die nicht beschattet werden.

Der Weg zum Haltepunkt 5

Der folgende Wegabschnitt hat den Charakter eines alpinen Steiges, wie er typischerweise von den alpinen Vereinen – in diesem Fall vom Österreichischen Alpenverein – erhalten wird. Wie die meisten der Steige ist auch dieser bestens angelegt, so dass man leicht einen individuellen Gehrhythmus findet und die knapp 100 Meter Höhenunterschied rasch überwindet, auch wenn man bei „Sissis Bründl“, einer gefassten Quelle, eine kleine Pause einlegt. Es geht durch ein vom Gletscher U-förmig ausgeschürftes kleines Tal bergan, mit zuletzt wieder abnehmender Steigung. Hier steigt dafür die Vorfreude auf den ersten Blick zum Sandersee und ins Hochtal der Pasterze, in dem immer noch das Gletschereis die Szenerie beherrscht.

Haltepunkt 5 (2135 m): Atemberaubender Gletscherblick – Sattel unterm Elisabethfelsen

Auch wenn die Oberfläche der Gletscherzunge stark eingesunken und die Felsstufe darüber – einst eine eindrucksvolle Eiskaskade mit dem Namen „Hufeisenbruch“ – weitgehend eisfrei geworden ist, bietet dieser Haltepunkt einen der landschaftlichen Höhepunkte des Gletscherweges. Immer noch ist die Gletscherzunge groß genug, um die Blicke an sich zu ziehen, obwohl die Distanz zum Gletscherende noch etwa 2 Kilometer beträgt. Zwischen dem Haltepunkt 5 und der Pasterze erstreckt sich der Sandersee, eine (später vom Gletscherweg umschrittene) Felsschwelle und der von hier noch nicht sichtbare Pasterzensee. Damit kann man gerade an dieser Stelle die Dimension des Gletscherschwundes besonders eindrücklich ermessen. Mit den Ergebnissen der jährlichen Gletschermessungen können diese Veränderungen auch exakt quantifiziert werden.



Im Sattel beim Elisabethfelsen eröffnet sich der erste Blick in Richtung Nordwesten auf die Pasterze und ihre Umrahmung.

Eindrucksvoll zeigt sich von hier aus auch die Bergumrahmung der Pasterze. Zur Linken erhebt sich der zackige und in seinen hohen, schattseitigen Flanken noch stark vergletscherte Glocknerkamm, überragt von der einprägsamen Gipfelpyramide des Großglockners (3798 m). Im Gegensatz dazu sind die Berghänge zur Rechten weniger schroff, sondern besitzen eher glatte Oberflächen und sind bei geringeren Gipfelhöhen (Fuscherkarkopf, 3331 m), zumindest aus dieser Perspektive, auch gletscherfrei. Dieser ausgeprägte Unterschied im Aussehen der Berge hängt mit dem Gesteinsbestand zusammen. Während der Glocknerkamm vorwiegend aus dem härteren *Prasinit* besteht, ist der Fuscherkarkopf aus dem „weicheren“ *Kalkglimmerschiefer* aufgebaut. Näheres zu diesen beiden Charaktergesteinen im Umkreis der Pasterze findet sich bei Haltepunkt 7 (siehe „*Gesteine und Bergbau im Umkreis der Pasterze*“).



In der ersten Ausgabe der Alpenvereinskarte der Glocknergruppe (1:25.000), die 1928 erschien, kann man erkennen, dass der heutige Haltepunkt 5 damals noch knapp vom Eis der Pasterze bedeckt gewesen wäre.

Ähnlich wie beim letzten Haltepunkt findet man auch hier reichlich, teilweise in niederen Wällen angehäuft Moränenschutt vor. Dieser weist darauf hin, dass der Gletscherrand für einige Jahre in seiner Lage wenig verändert, also *stationär* blieb. Dieser Zeitraum lässt sich auch hier aus historischen Karten und Bildern auf die 1920er- bis Mitte der 1930er-Jahre festlegen, als die Pasterze auch nach den Ergebnissen der Längenmessungen eine im wesentlichen stationäre Phase aufwies (siehe Abb. Seite 63). Zuvor war der beim Hochstand (1852–1856) vollständig eisbedeckte Elisabethfelsen ab 1878 aus dem Eis „aufgetaucht“, worauf er mehrere Jahrzehnte lang die Gletscherzunge in zwei Arme teilte. Der eine Arm folgte dem heutigen Verlauf der Möll

und reichte noch bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts zum späteren Margaritzensee hinab; der andere erstreckte sich durch jenes kleine Tal, durch welches wir gerade zu diesem Haltepunkt heraufgestiegen sind. Die relativ gletschergünstigen Witterungsverhältnisse ab etwa 1920 bewirkten das stationäre Verhalten des Eisrandes an diesem Standort.

Das umherliegende, beim Abschmelzen des Gletschers zurückgebliebene Gestein besteht sowohl aus *Grundmoräne* als auch aus *Obermoräne*. Steine der Grundmoräne erkennt man daran, dass ihre Kanten abgerundet sind und Kratzungen (Kratzer) aufweisen, was auf die Reibung beim Transport am Unterrand des Gletschers zurückzuführen ist. Steine der Obermoräne sind hingegen kantig, weil sie zum überwiegenden Teil aus der steilen Umrahmung des Gletschers, vornehmlich vom Glocknerkamm, auf das Eis stürzten und darauf mittransportiert wurden.



Der Haltepunkt 5 bietet auch eine ungewöhnliche Perspektive auf die Franz-Josefs-Höhe, die hoch oben am Hang „klebt“. Das Eis reichte beim Hochstand von 1852–1856 bis zu der rechts unterhalb der Gebäude erkennbaren Schuttgrenze hinauf.

Seit jeher war daher der in der Fließrichtung gesehene rechte Teil der Gletscherzunge teilweise schuttbedeckt, wie man schon auf Thomas Enders Aquarell sieht (siehe Foto Seite 51). Die relative Zunahme der Schuttbedeckung parallel zum Gletscherschwund wird bei Haltepunkt 10 (Seite 120) erklärt.

In der Alpenvereinskarte 1:25.000 (siehe letzte Umschlagseite innen) ist unmittelbar südwestlich des Haltepunktes ein „Steingarten“ eingezeichnet. Dieser besteht aus einer Ansammlung von Steinmandln in der näheren Umgebung, dessen größtes auf einer kleinen Felsplattform oberhalb des Haltepunktes steht. Es empfiehlt sich dieses aufzusuchen, um den von dort besonders schönen Blick zur Goldberggruppe zu genießen. Einer der sichtbaren Berge ist der Hohe Sonnblick (3106 m), auf dessen Gipfel seit 1886 ein meteorologisches Observatorium steht, das weltweit zu den ältesten in solch exponierter Hochgebirgslage gehört. Seine seit damals aufgezeichneten Klimainformationen sind besonders wertvolle Dokumente des aktuellen Klimawandels.



Blick von nahe dem Haltepunkt 5 nach Osten zur Goldberggruppe.

DIE WAHRNEHMUNG DES HOCHGEBIRGES IM WANDEL DER ZEIT

An einem so herausragend schönen Platz mag es passend erscheinen, einen kurzen historischen Blick darauf zu werfen, wie das Hochgebirge und die Gletscher zu Inbegriffen schöner Landschaft wurden. Zu Beginn des Gletscherweges sind wir schon mit dem kaiserlichen Besuch und mit dem Alpenverein Klagenfurt in Kontakt gekommen, der sein Glockner-Haus in den Jahren 1875 bis 1876 gezielt an einem besonders schönen Panoramaplatz erbaute. Dieser Besuch sowie die Errichtung von Bergwegen und Unterkünften gehören aber schon einer „fortgeschrittenen“ Phase der Tourismusgeschichte im Hochgebirge an. Ihr ging eine lange historische Entwicklung der Kenntnisse über das Hochgebirge und dessen Ästhetisierung voran. Auf diesem Weg wurden auch im Umkreis des Großglockners Meilensteine gesetzt.

Noch im 18. Jahrhundert galt das Hochgebirge den außerhalb davon lebenden Menschen als gefährlich, Angst einflößend und als Gebiet, das man nach Möglichkeit meidet. Die Ursache für diese oft mit irrationalen Vorstellungen von Fabeltieren und Ungeheuern verknüpften Wahrnehmungsmuster war mehr Unkenntnis als die real vorhandenen Naturgefahren. Das mag paradox erscheinen, zumal zur gleichen Zeit die Alpen schon seit Jahrtausenden genutzte Kulturlandschaft waren – mit einer seit dem späten Mittelalter schon in vielen Gebieten die regionale Tragfähigkeit übersteigenden Bevölkerung und Übernutzungssymptomen! Es war ein Verdienst der Aufklärung, das Interesse für die Natur geweckt und gleichzeitig den geistigen Nährboden für die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Erforschung gelegt zu haben.

Um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert erfolgten darauf basierend Erstersteigungen wichtiger Gipfel, u. a. des Großglockners im Jahre 1800. Dieses Unternehmen wurde vom Kärntner

Fürstbischof Franz Xaver von Salm-Reifferscheidt finanziert und hatte den Charakter einer Forschungs Expedition, worüber das sehr lesenswerte Buch von Marianne Klemun (2000) informiert. Solche Expeditionen waren für die Zeit des sogenannten „Wissenschaftsalpinismus“ typisch. Dieser Begriff bringt zum Ausdruck, dass die Erstbesteigung der Berge eng mit dem Bestreben verbunden war, ihnen die „weißen Flecken“ der Unkenntnis zu nehmen. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts war diese Entwicklung so weit gediehen, dass sich die Gesellschaft das Hochgebirge ästhetisch angeeignet hatte. Die alpine Landschaft glich nunmehr einem romantischen Bild und sie zu besuchen galt als erstrebenswert. Dies war allerdings nur einer schmalen sozialen Oberschicht möglich, für die das Gebirge auch als „Gegenwelt“ zum städtischen Leben Bedeutung hatte.



Die Erstbesteigung des Großglockners fand im Rahmen einer Expedition statt (J. Pögl, 1928 nach Scheffer, 1803, ÖAV Museum/Archiv).

Damit waren die Grundlagen für zwei wichtige Innovationen geschaffen, und zwar einerseits für den rein sportlich ausgerichteten Alpinismus, der ab etwa 1850 von den Westalpen ausgehend die gesamten Alpen und später auch andere Gebirge der Erde erfasste, und andererseits für die spezifische Erforschung von Einzelphänomenen der Hochgebirgsnatur. So verstärkte sich etwa zur selben Zeit das wissenschaftliche Interesse an den Gletschern, und es wird vor diesem Horizont verständlich, dass Alpinismus und Wissenschaft enge Verbindungen aufwiesen. Die Gletscher waren dabei stets von besonderem Interesse, als alpinistische Herausforderung wie auch Forschungsobjekt (siehe „Die Anfänge der Gletscherforschung“). So wurden die Gletscher zum Symbol, ja geradezu zum Synonym für die Schönheit des Hochgebirges, was ihren aktuellen Verlust für uns umso schmerzlicher macht.



Heroisch-romantische Wahrnehmung des Hochgebirges: Die Pasterze in einer Lithographie aus der Zeit vor 1887 (Archiv H. Slupetzky).

PFLANZEN AUF LOCKEREM SCHUTT

Ruhschutt der **Gletschervorfelder** und **Moränen**, aber auch grober bis blockiger Schutt kann nur von Spezialisten besiedelt werden, den Rohbodenpflanzen, hier speziell den Schuttpflanzen. Diese Pionierpflanzen von Schutt- und Geröllhalden sind ökologisch charakterisiert durch optimale Anpassungen an mineralische Böden mit wenig Humusanteilen. Oftmals sind es konkurrenzschwache Pflanzen, die in geschlossene Rasen nicht eindringen können. Spezialisten auf Schutt und Geröll haben die unglaublichsten Strategien entwickelt, um auf solchen Standorten erfolgreich zu sein. Dabei kann man die Schuttpflanzen nach Wuchsformen in Schuttwanderer, Schuttüberkriecher, Schuttstrecker, Schuttdecker und Schuttstauer einteilen.

Schuttwanderer durchspinnen mit langen Kriechtrieben, die sich wieder bewurzeln können, den Schutt. Schuttüberkriecher legen ihre oberirdischen Teile auf den Schutt.



Das Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*, links) und das Einblüten-Hornkraut (*Cerastium uniflorum*, rechts) sind zwei Beispiele für Pflanzen, die sich darauf spezialisiert haben, auf lockerem Schutt zu leben.

Die Alpen-Gänsekresse (*Arabis alpina ssp. alpina*), das Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina*) und das Einblüten-Hornkraut (*Cerastium uniflorum*) lassen sich in diese Gruppe stellen und häufig im Gletschervorfeld beobachten. Schuttstrecker wie der Säuerling (*Oxyria digyna*) arbeiten sich durch Verlängerung ihrer Triebe durch die Schuttdecke. An Schuttstandorten im Pasterzenvorfeld sind besonders Schuttdecker, die wurzelnde Überzüge auf dem Schutt bilden, vertreten. Ein niederliegender Spalierstrauch mit einer solchen Strategie ist die Silberwurz (*Dryas octopetala*), leicht zu erkennen an den großen weißen Blüten und der weißfilzigen Blattunterseite. Aber auch verschiedene Steinbrech-Arten und das Kriechende Gipskraut (*Gypsophila repens*) gehören in diese Gruppe. Schließlich gibt es noch Schuttstauer, wie verschiedene Süß- und Sauergräser. Diese bilden mit kräftigen Triebbündeln und einem dichten Feinwurzelwerk Hindernisse für den bewegten Schutt und werden so zu ersten ruhenden Inseln darin.



Sowohl das Gipskraut (*Gypsophila repens*, links, Foto A. Praxmarer), das frische Schuttflächen besiedelt, als auch die Silberwurz (*Dryas octopetala*, rechts, Foto S. Gewolf) sind im Gletschervorfeld der Pasterze anzutreffen.

Der Weg zum Haltepunkt 6

Beiderseits des nun bergab führenden Weges kommen seit den späten 2000er-Jahren zunehmend Lärchen, mittlerweile auch die eine oder andere Fichte, auf. Das ist ein Beweis für die voranschreitende *Primärsukzession* der Pflanzen- und Tierwelt (siehe „Die Besiedlung des Gletschervorfeldes“). Dennoch ist die Pflanzendecke noch keineswegs geschlossen und die Bodenkrume, sofern sich überhaupt schon eine ausgebildet hat, dünn. Auf längeren Passagen führt der Steig überhaupt auf blankem Fels dahin, der von den am Untergrund des Gletschers mitgeführten Gesteinspartikeln glattgeschliffen wurde (*Gletscherschliff*).

Haltepunkt 6 (2106 m): Stumme Zeugen des Eises – Gletschertopf am Abhang des Elisabethfelsens

Umgeben von langgestreckten, durch *Gletscherschliff* geglätteten Felsrücken, die man *Rundhöcker* nennt, liegt an diesem Haltepunkt vor uns ein großes „Loch“ mit etwa 2 bis 3 Meter Tiefe und 5 bis 7 Meter Durchmesser, ein sogenannter *Gletschertopf*: Der von Schutt mindestens 2 Meter tiefverfüllte Boden wird von konkaven Wänden umgeben, die relativ glatt sind. Solche Formen entstehen aus dem Zusammenwirken von Eis, Schmelzwasser und Moränenschutt (siehe Abb. Seite 80). Schmelzwasser sammelt sich zunächst an der Gletscheroberfläche in kleinen Gerinnen, schließlich in Bächen. Diese finden dann an bestimmten Stellen, meist *Gletscherspalten*, in Form von *Gletschermühlen* den Weg ins Gletscherinnere. Sie bestehen aus einer Röhre im Eis, die mehrere Meter Durchmesser und Zehnermeter Tiefe erreichen kann und sich dadurch erweitert, dass der durch die Röhre hinabstürzende Wasserfall warme Luft mitreißt.

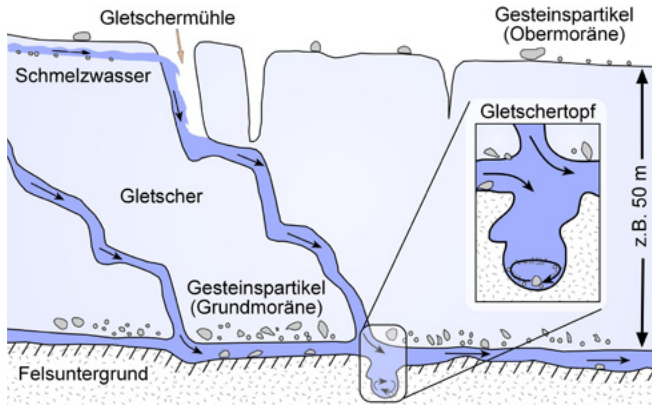
Am Weg zum Gletscherbett fließt das Wasser nicht nur frei aufgrund der Schwerkraft, sondern gerät wegen des engen Querschnitts der Röhren und des wechselnden Zustroms von Schmelzwasser aus anderen Hohlräumen unter Druck. Wie an einer Kraftwerksturbinen steht das Wasser am Untergrund des Gletschers unter großem *hydrostatischem* Druck und bewegt sich dort turbulent und rotierend. Reißt der Wasserstrahl am Gletscheruntergrund loses Gestein mit, stößt dieses an den Fels und beansprucht ihn mechanisch. Geschieht dies für längere Zeit an derselben Stelle, wird das Gestein abgeschürft, sodass im Felsboden eine Vertiefung, der *Gletschertopf*, entsteht (siehe Abb. Seite 80). Die Gletschermühle ist also der Prozess des Eindringens von Oberflächenwasser in den Gletscher, der Gletschertopf das Ergebnis der abtragenden Wirkung von unter Druck bewegten Steinen am Felsuntergrund des Gletschers.



Gletschermühle auf der Gletscherzunge der Pasterze (gegen den Johannisberg, 2023).



Gletschertopf beim Haltepunkt 6, Blickrichtung Westnordwesten zum Großglockner (Foto A. Praxmarer).



Schematische Darstellung der Entstehung eines Gletschertopfes (Grafik Autoren).

Der Blick vom Haltepunkt, einer seit den 1940er-Jahren eisfreien Stelle am Westabhang des Elisabethfelsens, zur Franz-Josefs-Höhe bringt wegen des nunmehr steilen Blickwinkels dorthin deren exponierte Lage hoch oben an der Bergflanke am Fuß der Freiwand zur Geltung. Blickt man hingegen in Richtung Pasterze, so zeigt sich der bei Haltepunkt 7 genauer erläuterte Sandersee in voller Größe. Ein auf die Felsschwelle fokussierter Blick lässt exemplarisch die raum-zeitlichen Veränderungen des Gewässernetzes im *Gletschervorfeld* erkennen. Der im *Foto auf Seite 81 oben* eingetragene Schwemmkegel bildete sich zwischen 1964 und 1976 durch einen von damals zwei, aus der Zunge der Pasterze entspringenden Gletscherbächen. Danach fielen das Bachbett und der Schwemmkegel trocken, weil das Wasser so wie heute – wenngleich anfänglich noch *subglazial*, also unter dem Gletscher – seinen Weg schließlich südlich um die Felsschwelle herum fand.



Blick vom Haltepunkt 6 nach Nordwesten über den Sandersee zum Großglockner und Johannisberg (oben 2023; unten 1966, Foto Tauernkraftwerke). Der Bildvergleich zeigt nicht nur die Veränderungen der Gletscher, sondern – am Beispiel des in beiden Bildern gekennzeichneten Bachlaufes – auch die der Gewässer im Gletschervorfeld.



GLETSCHEREIS ALS GESTALTER DER LANDSCHAFT

Ein rückschmelzender Gletscher hinterlässt in seinem *Gletschervorfeld* eisfreie Flächen und schafft somit neue Geländeverhältnisse. Legt man dies auf größere Räume und Zeitspannen um, so ist nicht nur das Gelände entlang des Gletscherweges von *glazialen* Formen geprägt, sondern es führte bereits die Anreise zur Pasterze durch Gebiete, die früher von Eis bedeckt waren. Besucherinnen und Besucher, die aus Deutschland gekommen sind, haben bereits wenige Kilometer südlich von München die *Moränen* passiert, die eine Gletscherzunge in der Würm-Kaltzeit dort vor rund 20.000 Jahren abgelagert hat. Aus Richtung Wien und Graz Anreisende überqueren diese Grenze nahe Völkermarkt in Unterkärnten. Reisende aus Italien befinden sich seit dem Gardasee oder Udine in dem Bereich, der in der Würm-Kaltzeit vergletschert war (*siehe „Gletscherschwankungen“*). So gesehen waren die Alpentäler im Laufe des Schwindens der kaltzeitlichen Gletscher alle einmal ein Gletschervorfeld.

Aufgrund der langen Zeitspanne seit dem Verschwinden des Eises sind die von den Gletschern geschaffenen Geländeformen in diesen Gebieten nicht mehr so gut erhalten wie entlang des Gletscherweges. Was aber gehört zu diesen *glazialen* Formen? Grundlegend ist zwischen der Abtragung und der Aufschüttung durch die Gletscher zu unterscheiden. Die abtragende Wirkung hat mit der Gletscherbewegung (*siehe „Eis in Bewegung“*) zu tun, welche nicht nur das Eis über das *Gletscherbett* bewegt, sondern auch die *Grundmoräne*, wodurch der Untergrund abgeschürft wird. Sichtbare Zeugen dieses Prozesses sind *Gletscherschliffe* und *Gletscherschrammen*, denen wir am Gletscherweg erstmals nahe dem Haltepunkt 3 begegnet sind. Auch die *Gletschermühlen* werden zu den *glazialen* Formen gezählt, auch wenn sie nur in der Kombination von Gletscher und Schmelzwasser entstehen können. Die *glaziale Erosion*, die Abtragung durch Gletscher, kann



Auf diesem Bild von Gletscherschliffen kommen die von Steinen am einstigen Gletscherbett in den Felsuntergrund gekerbten Gletscherschrammen gut zur Geltung (nahe den Burgställen, Blickrichtung Südosten).

den Untergrund also glätten, wie uns *Gletscherschliffe* zeigen, in diesen aber auch große Hohlformen schürfen, die sich nach dem Schwinden des Eises mit Wasser füllen, das aber häufig rasch wieder von *Sedimenten* des Gletscherbaches verdrängt

wird. Dies ist an den drei Seen entlang des Gletscherweges, dem Maragrizen-, Sander- und Pasterzensee, gut zu beobachten (*siehe „Ein neuer See entsteht“*). Bei den großen eiszeitlichen Gletschern erkennt man, dass innerhalb der alten Gletschergrenzen ebenfalls vielerorts große Seen liegen: In Kärnten etwa Wörther See oder Millstätter See, nahe München Ammersee und Starnberger See oder in Italien der Gardasee. Die Felswannen, in denen diese Seen liegen, wurden genauso wie die Seebecken vor der Pasterze von Gletschereis ausgeschürft.

Doch nicht nur Seen, sondern ganze Täler wurden von der schürfenden Wirkung des Eises bzw. der vom Eis mitgeführten Gesteine umgeformt. Dabei ist typisch, dass die Berghänge vom Eis steiler gemacht werden, als sie zuvor waren. Daher kann man solche Täler meist an ihrer U-Form im Querschnitt erkennen. Auch der Felsuntergrund der Pasterze ist ein solches *Trogtal*, welches vom Gletscher immer noch geformt wird. Versteilend auf ihre Umgebung wirken auch Gletscher, die an Bergflanken liegen, wie etwa jene am Glocknerkamm, die halbkreisförmige Felsnischen ausgeschürft haben. Diese sogenannten *Kare* liegen



Der Glocknerkamm ist durch mehrere Kare, nischenförmige, durch glaziale Erosion entstandene Felsmulden, gegliedert. Zwischen ihnen haben Felsgrate und spitze Gipfel – wie der Großglockner in der Bildmitte – der Erosion widerstanden (Blick vom Gamsgrubenweg nach Westen, 2020).

oft in größerer Zahl nebeneinander und zwischen ihnen bleiben scharfe Felsgrate stehen. Die *glazial* abgetragenen und transportierten Gesteinspartikel werden an anderer Stelle wieder abgelagert. Der Überbegriff für dieses Material heißt *Moräne*, wobei wir am Gletscherweg alle Typen von Moränen sehen können. Sind Gletscher verschwunden, kann man aus der Verbreitung der Moränen die frühere Gletscher-Ausdehnung rekonstruieren. Besonders gut gelingt dies, wenn *Ufermoränen* oder *Endmoränen* vorhanden sind, denn diese erlauben es, wie etwa am Haltepunkt 1, die einstigen Gletscherumrisse unmittelbar zu erkennen. Allerdings sind *Moränen*, die vor dem *Holozän* abgelagert wurden, in vielen Fällen bereits stark oder vollständig abgetragen und/oder durch Bewuchs kaum mehr sichtbar. Umso deutlicher können die *glazialen Formen* im *Gletschervorfeld* der Pasterze, wo sich Bodenbildung und Pflanzenwuchs erst langsam einstellen, beobachtet werden.

FLECHTEN

Zwischen Margaritzen- und Sandersee sind immer wieder besonders windexponierte Stellen, sogenannte Windkanten, zu finden. Die dort lebenden Pflanzen sind den im Hochgebirge starken Winden fast ungeschützt ausgesetzt. An diese extremen Lebensbedingungen sind jedoch niedere Organismen wie Moose, Flechten, mikroskopisch kleine, kaum sichtbare Bodenbakterien, Pilze und Algen wesentlich besser angepasst als Blütenpflanzen. Die am besten angepassten Lebenskünstler darunter sind sicher die Flechten. Ihr Vegetationskörper wird aus einer Lebensgemeinschaft von Alge (*Phytobiont*) und Pilz (*Mycobiont*) gebildet. Flechten sind zu verblüffenden Anpassungen fähig. So können manche Hochgebirgsflechten auch noch bei sehr tiefen



Zwei im Pasterzengebiet anzutreffende Flechtenarten – Isländisches Moos (*Cetraria islandica*, links) und Zierliche Gelbflechte (*Xanthoria elegans*, rechts, Fotos W. Bacher).

Temperaturen Photosynthese betreiben und Stoffgewinn erzielen. Der Pilzpartner dominiert die Lebensgemeinschaft offensichtlich, weshalb nur dieser für die Einteilung der Flechten in Sippen herangezogen wird. Der Pilz profitiert von den Kohlenhydraten, welche die Alge mittels Photosynthese erzeugt.

Diese Stoffe saugt der Pilz mittels besonderer Saugfäden, der *Haustorien*, auf. Da die Algen vom Gewebe der Pilze umschlossen sind, kann dieses sie vor zu intensiver Strahlung oder Trockenheit schützen. Gemeinsam können sie nun Lebensräume besiedeln, die ihnen sonst verschlossen geblieben wären und dies ist aus biologischer Sicht der entscheidende Vorteil.

An solchen windbeeinflussten und schneearmen Stellen finden sich vor allem strauchige und blättrige Flechtenlager. Ein Vertreter an solchen Standorten ist die Würmchenflechte (*Thamnolia vermicularis*). Das Lager dieser Flechte wird aus weißen, wurmartigen und zugespitzten Gebilden geformt. Weiters treten verschiedene Arten der Gattung *Cetraria* auf, u. a. das Isländische Moos (*Cetraria islandica*). Diese braune bis graugrüne Strauchflechte ist eine alte Arzneipflanze. Häufig ist eine auffallend orangefarbene, schmallappige Laubflechte auf den Felsen und Felskuppen zu sehen. Hierbei handelt es sich um die Zierliche Gelbflechte (*Xanthoria elegans*). Krustenflechten, die sich nicht vollständig von ihrem Substrat ablösen lassen, sind ebenfalls zahlreich auf den Gesteinen und Felsen vertreten.

Der Weg zum Haltepunkt 7

Es geht noch einige Minuten weiter bergab bis zum Ausfluss der Möll aus dem Sandersee, den wir auf einer schwankenden Hängebrücke überqueren. Auch wenn der See durch eine künstliche Sperre aufgestaut wird, ist das Tosen des gerade bei Schönewetter wasserreichen Gletscherbaches ein eindrucksvolles Erlebnis. Ebenso sieht man, dass das Wasser nicht klar, sondern eine grau-grünliche Brühe, eine *Gletschermilch*, ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ganz feine mineralische *Schwebstoffe*, Gesteinsmehl wie *Schluff* oder *Ton*, aus der Grundmoräne ausgespült werden, sich im Gletscherbach turbulent verteilen und ihn auf diese Weise trüben. Trinken sollte man eine solche „Milch“ nicht, denn die feinen Schwebstoffe sind schädlich für den Körper. Auch der Boden des Sandersees besteht daraus, wie wir uns am Weg entlang seines Nordufers, das wir halbkreisförmig ausgehen, vergewissern können.

Haltepunkt 7: Menschgemachte Natur – Blick über den Sandersee

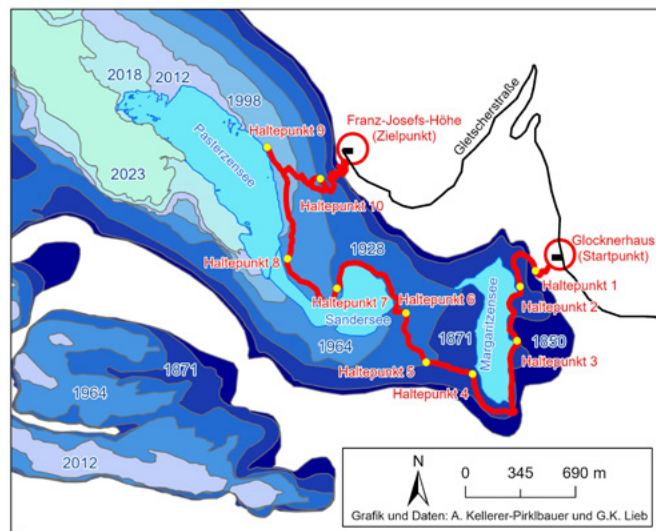
Am Weg entlang des Ufers könnte die Frage aufgetaucht sein, wo der See überhaupt sei, denn er existiert nur bei starkem Wasserdargebot – an warmen Tagen, wenn viel Schnee oder Eis abschmelzen, oder nach längeren Niederschlagsperioden. Andernfalls sieht man eine weite Fläche aus feinen *Sedimenten* mit eigenartiger Pflanzenwelt am Rand (*siehe „Bachbegleitende Vegetation“*) und einen träge dahinfließenden Bach in der Mitte. Andere Fragen, die man sich stellen kann, sind die nach der Herkunft des Namens oder jene, seit wann es den See überhaupt gibt. Die Antworten auf beide Fragen hängen miteinander zusammen: Der Name wurde, nachdem sich 1958 erstmals eine kleine Was-



Am Gletscherweg zeigt sich entlang des Nordost-Ufers des Sandarsees die typische Pflanzenwelt von Schwemmuferbereichen (Blickrichtung Nordwesten, Foto A. Praxmarer).

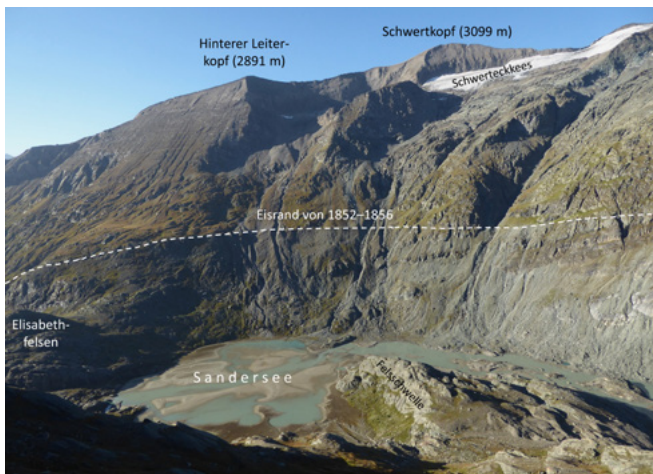
serfläche nahe dem heutigen Steg über die Möll gezeigt und in den Folgejahren sich der See von Jahr zu Jahr deutlich vergrößert hatte, von den damaligen Gletscherbeobachtern vergeben. Dabei stand das isländische Wort für Sand „sandur“ Pate, von dem sich *Sander*, ein Fachausdruck der *Glaziologie*, ableitet, der international in Gebrauch ist.

Der Sandarsee ist gegenwärtig in einem weit fortgeschrittenen Stadium der Verlandung. Das flache Becken war beim Rückzug der Pasterze eine „Sedimentfalle“, weil hier die im flachen Gelände nachlassende Geschwindigkeit und somit Transportkraft des Gletscherbaches die Ablagerung der von ihm mitgeführten *Sedimente* bewirkte. Durch den Gletscherrückgang war der Sandarsee bis 1979 auf eine Fläche von ca. 12,2 Hektar angewachsen und stellte bis in die Mitte der 1990er-Jahre ein ideales, natürliches Rückhaltebecken für ungefähr 650.000 Kubikme-



Die Ausdehnung der Pasterze in verschiedenen Jahren im Bereich des Gletscherweges (die Gletscherflächen in der Grafik links unten sind die des Schwerteeckkeeses).

ter Gletscherschliff-Material dar, welches nicht in den Margaritzensee gelangen konnte. Dessen nutzbares Wasservolumen wurde in dieser Zeit also nicht durch den Sedimenteintrag von oben verringert. Ab etwa 1995 aber war der Sandarsee so stark zugeschüttet, dass kaum mehr Sediment zurückgehalten wurde und wird, obwohl der Abfluss des Sandarsees genau zu diesem Zweck zuletzt 1982 künstlich erhöht worden ist, wie wir beim Überqueren der Hängebrücke gesehen haben. Durch den Wegfall des Sedimentrückhalts im Sandarsee gelangt das Material nunmehr in den Margaritzensee und reduziert dessen Speicherkapazität. Diesem Problem wurde durch unterschiedliche Maßnahmen begegnet, aktuell gelangt das schwebstoffreiche Wasser



Blick von nahe der Franz-Josefs-Höhe nach Südwesten auf den Sandersee.

durch den Überleitungsstollen in den Speicher Mooserboden der Kraftwerksgruppe Glockner-Kaprun.

Die Lage des Haltepunktes in einem ziemlich versteckt liegenden Felswinkel, der Mitte der 1960er-Jahre eisfrei wurde, mag verwundern, ist aber bewusst gewählt. An der *Prasinit*-Felswand unmittelbar über dem Weg sieht man eine fast senkrecht das Gestein durchschlagende Kluft und darin eine goldig schimmernde *Vererzung*, wie man sie in den Hohen Tauern häufig antrifft. Hier lag zwar nie eine abbauwürdige Lagerstätte des sagenumwobenen Tauerngoldes, jedoch ergibt sich über die Sichtachse zur Goldberggruppe eine gedankliche Verbindung von der Gesteinswelt zum historischen Bergbau – und damit einmal mehr zu gesellschaftlicher Einflussnahme auf die Natur im näheren Umfeld der Gletscher.



Die durch eingelagerten Pyrit goldig schimmernde Kluftfüllung an der Felswand beim Haltepunkt 7 erinnert daran, dass auch das sagenhafte „Tauerngold“ aus solchen Klüften gewonnen wurde (Foto A. Praxmarer).

GESTEINE UND BERGBAU IM UMKREIS DER PASTERZE

Im geologischen Bau der Ostalpen nehmen die Hohen Tauern eine besondere Stellung ein. Sie bilden das sogenannte *Tauernfenster*, das sich beiderseits des Alpenhauptkammes zwischen den Pässen Brenner und Katschberg erstreckt. Die Bezeichnung „Fenster“ verdeutlicht, dass in den Hohen Tauern Gesteine einer im inneren Bauplan der Alpen tiefer gelegenen Einheit („Decke“) an die Oberfläche treten – es öffnet sich also gleichsam ein Fenster in den geologischen Untergrund. Dies wird im geologischen Nachschlagewerk Rocky Austria (2023) wie folgt erklärt: „Die Zillertaler Alpen und die Hohen Tauern bestehen aus Decken mit sehr charakteristischem Aufbau: Über ‚Kernen‘ aus Granitgneisen lagern abwechslungsreiche Abfolgen metamorpher Sedimentge-



Der Fuscherkarkopf (3331 m, links) und das Sinwelleck (3261 m, rechts) repräsentieren mit ihren glatten Felsflanken besonders typisch die Gestalt von aus Kalkglimmerschiefer aufgebauten Bergen (Blick von Südosten).



Ebenso typisch sind die schroffen, gezackten Formen des Großglockners (3798 m, hinten) und des Freiwandgrates (vorne) für aus Prasinit bestehende Gipfel (Blick vom Spielmann nach Westen).

steine mit Granatglimmerschiefer, Amphibolit, Schiefer, Quarzit und Marmor. Ringsum sind diese Gesteine des ‚Subpenninikums‘ von den tektonisch darüber liegenden Decken des ‚Penninikums‘ und Ostalpins umgeben. Die letztgenannte Einheit bildet einen Rahmen, durch den man in die tieferen tektonischen Einheiten der Ostalpen blicken kann. Daher wird diese Struktur auch als ‚Tauernfenster‘ bezeichnet.“

Die Gesteine im Umkreis der Pasterze gehören dem Penninikum, der Penninischen Decke, an und stammen ursprünglich aus dem ehemaligen *Penninischen Ozean*. So verschieden von den benachbarten Gebirgen und so vielfältig die Gesteinswelt des Tauernfensters auch sein mag, prägen die Umrahmung der Pasterze doch nur zwei, trotz ihres gemeinsamen Entstehungsraums in der Tiefsee dieses Ozeans sehr unterschiedliche Gesteine. Ihnen begegnen wir entlang des Gletscherweges abwechselnd immer wieder:

- Der *Kalkglimmerschiefer* ist aus feinen Bestandteilen aufgebaut, die als Schlammströme auf tiefen Ozeanböden abgelagert wurden. Durch *Metamorphose* erhielt das Gestein sein heutiges Aussehen und seine Eigenschaften: Es handelt sich um ein gegenüber *Verwitterung* und *Erosion* relativ wenig widerstandsfähiges Gestein, das zur Bildung wenig gezackter Grat- und Gipfformen (*Foto siehe Seite 92*) sowie weiter, glatter Bergflanken neigt. Diese werden im örtlichen Sprachgebrauch je nach Ausprägung als „Bratschen“ oder „Bretter“ bezeichnet und waren schon bei der Auffahrt zum Glockner-Haus beiderseits der Straße – dort meist von üppigen Blumenwiesen überzogen – oder in der Möllschlucht nahe der Margaritze als plattige Felswände zu sehen.
- Demgegenüber entstand der *Prasinit* aus Basalten, die am Boden des einstigen Penninischen Ozeans austraten. Auch dieses Gestein war später von starker *Metamorphose* betroffen, ist allerdings wesentlich widerstandsfähiger als der Kalkglimmerschiefer. Deshalb baut es steile, markante und vielfach gezackte Grate und Gipfel auf, wofür der Großglockner selbst das beste Beispiel darstellt (*Foto siehe Seite 93*). Bei entsprechender Beleuchtung erlebt man auch einen starken farblichen Kontrast, der mit der mineralischen Zusammensetzung der Gesteine zu tun hat: Während der Kalkglimmerschiefer graubraun ist, dominieren im Prasinit grünliche Töne.

Nicht nur die goldig schimmernde Vererzung in der Kluft am Haltepunkt 7, auch die von diesem und vom Haltepunkt 5 aus gegebene Sichtachse nach Osten zur Goldberggruppe erinnern an den Bergbau, der vom Mittelalter bis ins 18. oder 19. Jahrhundert an vielen Stellen der Hohen Tauern, oft auch in gipfel- und glet-

schernahen Lagen, betrieben wurde. Vor allem Gold und Silber hatten über Jahrhunderte hohe regionalwirtschaftliche Bedeutung. Nach einer Hochblüte im 15. und 16. Jahrhundert kam der Bergbau jedoch aus Rentabilitätsgründen ab, weil die Produktionskosten an den wenig ergiebigen und schwer zugänglichen Hochgebirgsbergbauen zu hoch waren, die Metallgewinnung also international nicht konkurrenzfähig war. Demgegenüber spielten beim Niedergang des Bergbaues die in der *neuzeitlichen Gletscherhochstandsperiode* mehrfach vorstoßenden Gletscher eine nur geringe Rolle, wenngleich manche Stollen auch von Gletschern überfahren und dadurch unbrauchbar wurden. Man nannte diesen Vorgang „Verkeesen“ – nach der regional üblichen Bezeichnung *Kees* für Gletscher. Historischen Berichten zu Folge soll auch die Pasterze in den ersten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts einen Bergbau überfahren, also mit Eis bedeckt haben, dessen Lage nicht mehr bekannt ist.

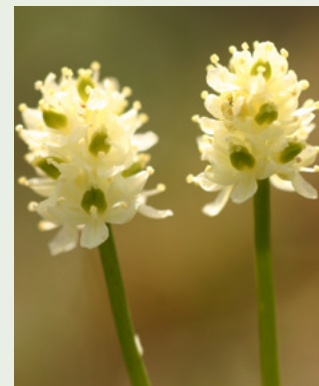


Die beiden Charaktergesteine entlang des Gletscherweges in Nahaufnahmen – links der Kalkglimmerschiefer (am Haltepunkt 6) und rechts Prasinit zwischen den Haltepunkten 8 und 9, jeweils mit stark glazial geprägter Oberfläche (Fotos A. Praxmarer).

BACHBEGLEITENDE VEGETATION UND SCHWEMMUFERBEREICHE

Auffällig und schön sind die Moosteppeiche entlang der kleinen Bäche, die in den Sandersee münden. Diese Moospölster sind hervorragend an das sauerstoffreiche und klare Wasser angepasst. Die pelzähnlichen Moosdecken bestehen vorwiegend aus Laubmoosen, darunter verschiedenen Arten der Gattungen *Bryum*, *Cratoneuron* und *Philonotis*. Die weiß blühende Glanz-Gänsekresse (*Arabis soyeri*), die zur Familie der Kreuzblütler zählt, wächst oftmals zwischen den Moospölstern. Auch die Mehlprimel (*Primula farinosa*) mit ihren kleinen rosaroten Blüten und mehlig-bestäubter Blattunterseite sowie der Stern-Steinbrech (*Saxifraga stellaris* ssp. *robusta*), der meist fünf weiße Kronblätter mit zwei gelben Punkten aufweist, gedeihen an diesen Standorten.

Nicht selten ist auch eine fleischfressende Pflanze zu finden, das weißblühende Alpen-Fettkraut (*Pinguicula alpina*). Die Blätter sind mit Schleim absondernden Drüsen bestückt, an denen kleine Insekten kleben bleiben und durch Verdauungssekrete verdaut werden. Diese Klebfallen-Strategie bessert den Nährstoffhaushalt der Pflanze auf und verschafft ihr auf diesem Weg eine zusätzliche Stickstoffquelle. Für die Insekten sind aber nicht nur die Blätter, sondern auch die Blüten gefährlich. Fliegen, die das Alpen-Fettkraut bestäuben, werden durch zwei gelbe Flecken am Blütenschlund angelockt und gelangen über eine Bürste aus langen Sperrhaaren in das Blumeninnere. Nachdem die Fliegen Pollen aufgenommen haben, müssen sie, um nach außen zu gelangen, die Sperrhaare überwinden. Sind die Bestäuber zu klein, ihre Beine also zu kurz, um sich über die Haare hinweg zu stemmen, so sitzen sie in der Klemmfalle fest und gehen zugrunde. Solche fleischfressenden Pflanzen werden durch die Zukost von Insekten in ihrer Entwicklung gefördert, können aber auch ohne diese auskommen.



Vier Pflanzen feuchter Standorte in Großaufnahme: Links oben das Alpen-Fettkraut (*Pinguicula alpina*, Foto W. Bacher), rechts oben die Kleine Simsenlilie (*Tofieldia pusilla*, Foto S. Gewolf) sowie zwei Sauergräser, die Zweifarben-Segge (*Carex bicolor*, links unten, Foto S. Gewolf) und die Schwarzrote Segge (*Carex atrofusca*, rechts unten, Foto S. Gewolf).

Im Pasterzenvorfeld hat sich am Sander-, aber auch am Margaritzensee, am Elisabethfelsen und an den in den letzten Jahrzehnten vom Gletscher freigegebenen Felsbereichen ein besonders interessanter und seltener Lebensraumtyp ausgebildet. Es handelt sich hierbei um Flutmulden und Sickerfluren mit ihren charakteristischen Arten. Für Betrachterinnen und Betrachter sind es jedoch eher unscheinbare Pflanzengesellschaften, die von Seggen- und Binsenarten dominiert werden. Diese Pflanzenformationen fallen als besonders schützenswerte Lebensräume unter die sogenannte Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union, kurz FFH-Richtlinie genannt. Pflanzen, die hier in solchen Verbänden auftreten, sind z. B. die Zweifarben-Segge (*Carex bicolor*), die Haarstiel-Segge (*Carex capillaris*), die Eis-Segge (*Carex frigida*), die Dreiblüten-Simse (*Juncus triglumis*) und die Kleine Simsenlilie (*Tofieldia pusilla*).

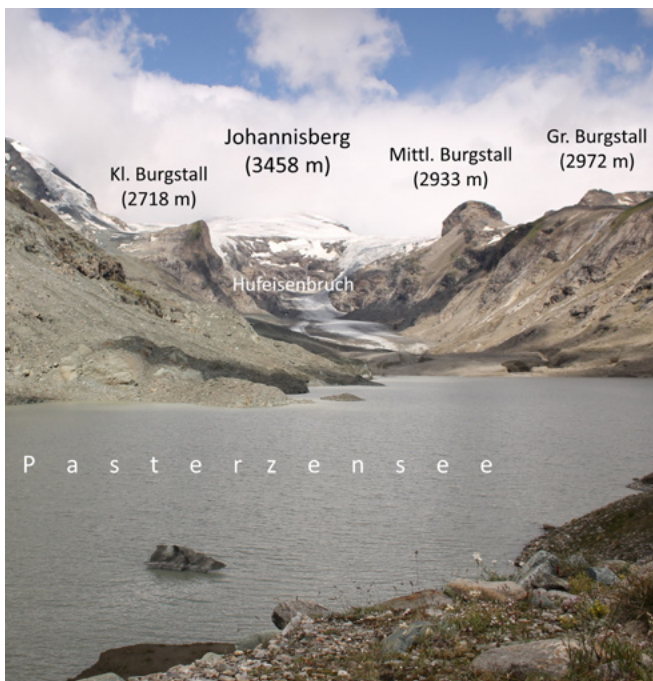
Die in Österreich seltene Zweifarben-Segge (*Carex bicolor*) ist im Umkreis des Sandersees öfter anzutreffen. Sie bevorzugt Flutmulden, die periodisch überstaut werden. Solche Flutmulden entstehen durch die vom Gletscher geschaffenen Felsformen. Hier treten periodische Rückstauungen durch Niederschläge und den Gletscherbach auf. Bleiben die Überstauungen aus, so kann sich die Zweifarben-Segge nicht mehr halten und wird von verschiedenen Spalierweiden und Rasenpflanzen der Umgebung abgelöst. Neubesiedelungen der vom Gletscher freigegebenen Flutmulden sind nur bei entsprechender Individuendichte möglich. Zu den seltensten Pflanzen der heimischen Flora zählt die Schwarzrote Segge (*Carex atrofusca*), die in den Rieselfluren im Nordwesten des Margaritzensees und am Ufer des Sandersees vorkommt. Diese Segge ist auch im Vorfeld der Pasterze nur an wenigen Stellen zu finden und zählt zweifelsfrei zu den botanischen Besonderheiten.

Der Weg zum Haltepunkt 8

Der Gletscherweg bleibt im Folgenden am Rand jener Felschwelle, die wir schon von den Haltepunkten 5 und 6 aus gesehen haben. Er führt im leichten Auf und Ab, vielfach über anstehenden, unter dem Gletscher glattgeschliffenen *Prasinitt*, angenehm dahin. Zur Linken hat man den Gletscherbach im Blick, dessen Wasserführung von der Witterung und der Tageszeit abhängt. Am meisten Wasser fließt an warmen Sommertagen, wenn die Eisabschmelzung groß ist, und dann speziell in den Nachmittagsstunden. Zu diesen Zeiten entsteht der Eindruck, dass es sich beim Sandersee und beim nächsten See, dem Pasterzensee, um nur ein Gewässer handelt. Den Pasterzensee sieht man aber erst nach Überquerung des letzten Felsriegels in voller Größe und erkennt, dass er den Sandersee an Größe noch bedeutend überbietet.

Haltepunkt 8 (2097 m): Pasterzensee – am Ufer eines jungen Sees

Etwas unscheinbar befindet sich die Haltepunktnummer auf einer *glazial polierten*, grünlichen Felsplatte aus *Prasinitt*. Etwas abseits des Haltepunktes befindet sich ein auf den Felsen gemalter, roter Pfeil mit dem schon stark verblassten Vermerk V/95. Hierbei handelt es sich um eine Gletschermessmarke, die der jährlichen Feststellung der Längenänderung des Gletschers in den 1990er-Jahren diente. Das Messprinzip wurde schon dargelegt (*siehe „Gletschermessungen“*) und ist denkbar einfach: Von definierten Punkten wie diesem wird alljährlich im September in eine konstante Richtung die Distanz mittels Maßband oder eines anderen Messgeräts zum Eisrand gemessen. Ist diese Distanz von einem Jahr zum nächsten größer geworden, so spricht man



Blick vom Haltepunkt 8 über den Pasterzensee zu den Burgställen und zum Johannisberg (Foto A. Praxmarer).

von *Gletscherrückzug*, im anderen Fall von *Gletschervorstoß*. Die in einschlägigen Publikationen oder in den Medien mitgeteilten Angaben sind jeweils Mittelwerte aus einer größeren Zahl von Messpunkten. Seit den früher 2000er-Jahren sind die Messungen nach dieser traditionellen Methode wegen des seit damals sich bildenden Sees nicht mehr möglich. Daher wird das Gletscherende aktuell jährlich mit Differential-GPS vermessen und in Be-

reichen, die nicht direkt begangen werden können, mit Drohnen befliegen. Aus den digital bearbeiteten Luftbildern wird für diese Bereiche dann das Gletscherverhalten bestimmt. Die Hauptattraktion des Haltepunktes ist aber sicherlich der eindrucksvolle Blick über den Pasterzensee und die Gletscherzunge der Pasterze zum Johannisberg. Wann er sich genau zu bilden begann, ist gar nicht eindeutig festzulegen, weil die zurückweichende Gletscherzunge ab den späten 1990er-Jahren zuerst ein unübersichtliches Gebiet aus *Toteis*, Schutt und kleinen Wasserflächen entstehen ließ. In der vorangegangenen Ausgabe des Gletscherweg-Führers von 2004 wurde dies beschrieben als „ein Areal, das sich durch besonders intensive Zerfallerscheinungen des Gletschers auszeichnet, wodurch hier ein ‚dramatischer‘ Wandel im Erscheinungsbild der Landschaft eingetreten ist.“ Vor allem durch das langsame Abschmelzen des Toteises, das unter Schutt oft jahrelang vor der Sonnenstrahlung geschützt ist, vereinigten sich die kleinen Wasserflächen allmählich zu einer großen. Bis zumindest 2023 lag noch Gletschereis am Rand oder im Untergrund des Sees, sodass immer wieder Eisberge auf dem See schwammen und einen fast arktischen Eindruck vermittelten.

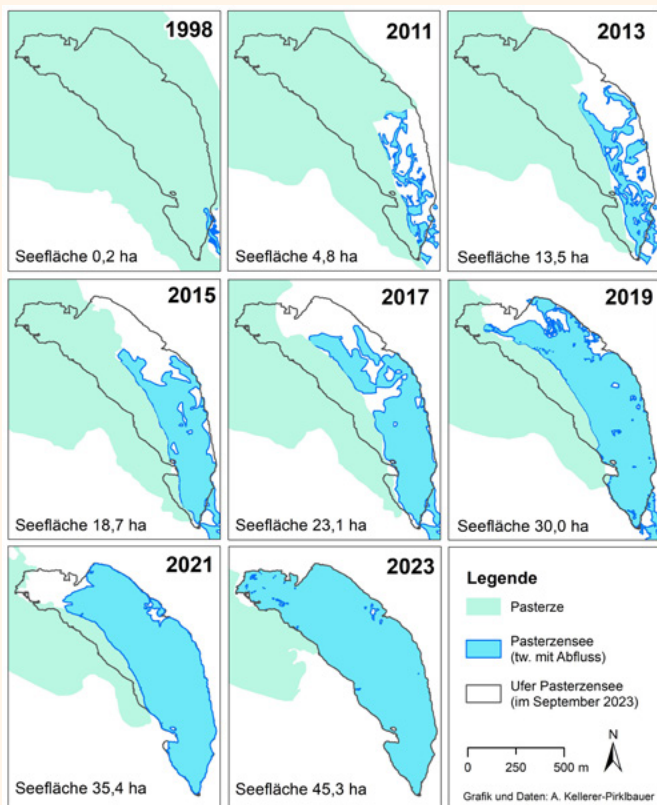
Als Relikte des *Gletscherrückzuges*, verbunden mit Eiszerfall, Abschmelzung von *Toteis* und sich ständig ändernden Abflussverhältnissen im *Gletschervorfeld*, liegt die Umgebung des Haltepunktes – und das nächste Wegstück – auf eigenartigen, aus umgelagerten *Moränen* bestehenden Terrassen. Auf deren fast ebenen Oberflächen geht es recht bequem dahin, während die zum See abdachenden Steilhänge unbegehrbar sind. Formen dieser Art entstehen durch Anlagerung von Sedimenten an den Gletscherrand und deren Erosion nach dessen Rückzug.

EIN NEUER SEE ENTSTEHT – DER PASTERZENSEE

Wenn ein Gletscher wie die Pasterze zurückweicht, gibt er den zuvor vom Gletschereis umgeformten Untergrund frei. Zu diesem gehören auch übertiefte Felswannen (*siehe „Gletschereis als Gestalter der Landschaft“*), die sich zu Seen füllen können. Abhängig von der Geschwindigkeit des Gletscherrückzuges und der Menge von *Sedimenten*, die der Gletscherbach oder andere Bäche dorthin transportieren, können solche Seen unterschiedlich lang bestehen. Die gleiche Prozessabfolge, wenn auch in einem weit größeren räumlichen und zeitlichen Maßstab, wirkte nach dem Abschmelzen der Gletscher nach dem Höhepunkt der Würm-Kaltzeit (*siehe „Gletscherschwankungen“*). Manche große, von den Gletschern ausgeschürfte Becken wurden mit Sedimenten komplett aufgefüllt, z. B. der gesamte Oberpinzgau in Salzburg, hingegen sind andere als Seen erhalten geblieben. Beispiele hierfür sind die meisten Seen in Kärnten und im Salzkammergut. Der Bereich des heutigen Sandersees wurde zwischen Ende der 1950er- und Anfang der 1980er-Jahre eisfrei. Seit den späten 1980er-Jahren beschleunigte sich der Rückgang der Pasterze und ist spätestens seit den 1990er-Jahren auch von einem massiven Eiszerfall begleitet. Seit damals zog sich die Pasterze weiter taleinwärts sowie zur Seite, in Richtung Großglockner, zurück und hinterließ ein großes Becken. Darin blieben Teile des Gletschers zurück: Als schuttbedecktes *Toteis* in eisreichen Terrassen, als Eisberge auf der Seeoberfläche oder als von Schutt bedecktes Toteis am Seegrund. Mit geophysikalischen Mitteln (Geoelektrik) in Kombination mit Fernerkundungs-Verfahren (Luftbildvergleiche) wurde das Abschmelzen von Toteis unter Schutt nachgewiesen und auch quantifiziert. Schwammen in den Jahren davor noch große Eisberge am Pasterzensee, gab es 2023 nur wenige kleine, weil die direkte Verbindung zwischen Gletscher und See nur mehr schmal ist.

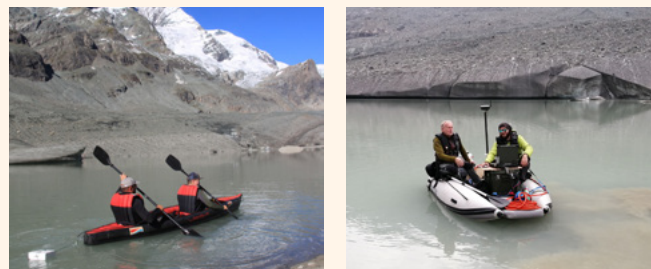


Eisberge waren eine typische Erscheinung bei der Bildung des Pasterzensees (2017, Foto unten K. Mariacher).



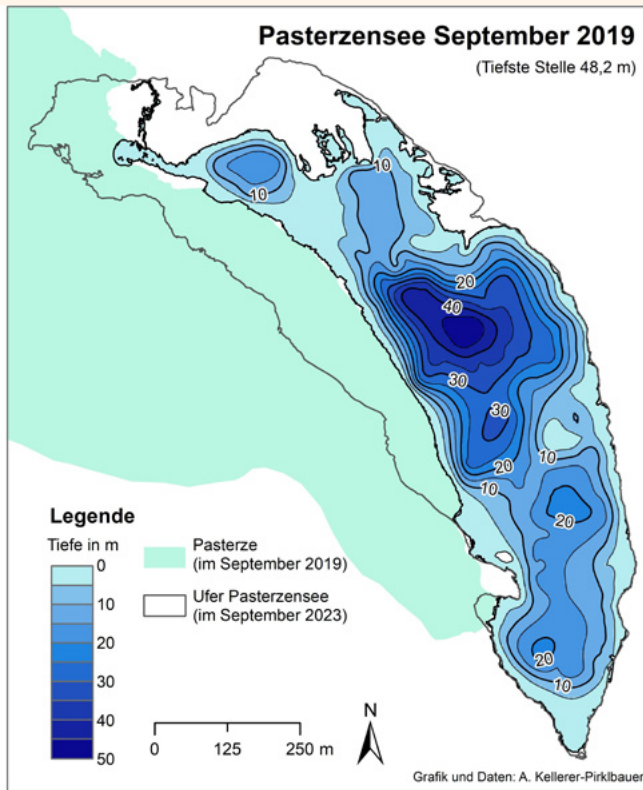
Die Entstehung des Pasterzensees zwischen 1998 und 2023.

Die Karte (*siehe Abb. links*) zeigt den Rückzug der Pasterze und die damit verbundene Vergrößerung des Pasterzensees zwischen 1998 und 2023. Im September 2023 umfasste der Pasterzensee eine Fläche von rund 45 Hektar, 25 Jahre zuvor waren es nur 0,2 Hektar – der graue See-Umriss von 2023 ist in allen Karten zur besseren Orientierung eingezeichnet. In den 2000er-Jahren nahm die Wasserfläche nur langsam zu, 2011 umfasste sie 4,8 und 2017 23 Hektar. 2019 waren die Teilbecken durch das Abschmelzen von



Wissenschaftliche Erkundungen am Pasterzensee – Erstvermessung der Seetiefe im September 2019 durch Andreas Kellerer-Pirklbauer und Christian Ziesler (*links*) sowie Detailvermessungen durch Erwin Heine und Alexander Plasser (*rechts*) im September 2021 (Beschriftung der Personen von links nach rechts).

Toteis zusammengewachsen. Im September 2019 wurde durch Andreas Kellerer-Pirklbauer und Christian Ziesler auch das erste Mal der Pasterzensee mit Echolot – gezogen von einem Paddelboot – vermessen. Die Ergebnisse waren verblüffend: Es wurden mehrere Teilbecken des Sees entdeckt, eine maximale Tiefe von 48,2 Metern gemessen (*siehe Abb. Seite 106*), eine mittlere Tiefe von 13,2 Metern ermittelt, was bei der damaligen Seefläche von 30 Hektar ein Wasservolumen von 4 Millionen Kubikmetern ergab. Nach 2019 vergrößerte sich der See noch bedeutend, vor allem durch das weitere Zurückweichen der Pasterze. Im September 2021 waren es 35, zwei Jahre später bereits 45 Hektar.



Tiefenkarte des Pasterzensees gemäß der Vermessung 2019.

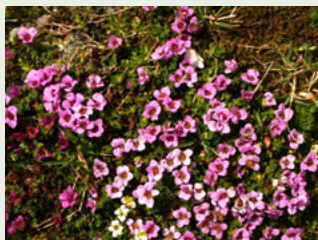


Im September 2016 zeigte sich am Ufer des Pasterzensees eine eigenwillige Szenerie aus offenen Wasserflächen, Eisbergen, Toteiskörpern und Schutt (Blickrichtung Nordwesten zum Johannisberg).

Wie geht die Entwicklung des Pasterzensees wohl weiter? Bald schon wird die Pasterze den direkten Kontakt zu diesem See verlieren und die *Sedimente*, die von den Hängen und vom Gletscherbach eingebracht werden, werden wohl das Becken zumindest teilweise wieder auffüllen. Ob und wie das geschieht, wird durch Erwin Heine von der Universität für Bodenkultur Wien sowie Andreas Kellerer-Pirklbauer und Wolfgang Sulzer von der Universität Graz weiter erforscht. Der fortschreitende Rückzug der Pasterze hat bereits einen weiteren See taleinwärts neu entstehen lassen, dem vielleicht eine ähnliche Entwicklung wie dem „alten“ Pasterzensee ins Haus steht.

PIONIERPFLANZEN

Auf den jungen Böden in Gletschernähe können nur echte *Pionierpflanzen* als Erstbesiedler auftreten. Fast alle sind extreme Standortspezialisten. Sie kommen auf stark bewegten, feinsandreichen und feuchten, humusfreien Böden vor. Im Pasterzenvorfeld ist das vor allem der Bach-Steinbrech (*Saxifraga aizoides*). Seine tiefgelben Kronblätter sind rot getüpfelt und sein Nektar ist frei zugänglich. So lockt dieser Steinbrech neben zahlreichen



Besonders auffallend ist im Pasterzen-Vorfeld der Bach-Steinbrech (*Saxifraga aizoides*, links oben und unten), aber auch andere Steinbrech-Arten wie der Gegenblatt-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*, rechts oben Foto S. Gewolf) kommen vor.



Fliegenarten noch andere Bestäuber wie Bienen, Hummeln, Käfer und Tagfalter an. Seine in großer Zahl produzierten Samen können aufgrund ihres geringen Gewichtes leicht vom Wind ausgebreitet werden. Wo genügend Wasser vorhanden ist und die Konkurrenz durch andere Pflanzen fehlt, keimt er und wächst heran.

Ähnliche Eigenschaften zeigen zwei weitere Steinbrech-Arten, die im Vorfeld der Pasterze zu finden sind, nämlich der Gegenblatt-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia*) und der Zweiblüten-Steinbrech (*Saxifraga biflora*). Weitere Beispiele für Pionierpflanzen, die im Nahbereich des Gletschers, auf weniger als fünf Jahre eisfreien Flächen, gefunden werden konnten, sind das Gewöhnliche Alpen-Leinkraut (*Linaria alpina* ssp. *alpina*), die Alpen-Wundklee (*Anthyllis vulneraria* ssp. *alpestris*), die Klein-Rispe (*Poa minor*), das Kriechende Gipskraut (*Gypsophila repens*), die Echte Edelraute (*Artemisia mutellina*) und verschiedene Moose. Besonders bemerkenswert ist hier auch ein Vorkommen der Alpen-Breitschote (*Braya alpina* siehe Foto Seite 145). Sie ist eine Pionierpflanze und wächst auf locker bewachsenen *Rohböden*. Dieser kleine Kreuzblütler ist in den Ostalpen eine Seltenheit und wurde erstmals 1813 von David Heinrich Hoppe in der Gamsgrube in der Nähe der Pasterze entdeckt und beschrieben. Die Vegetationsbedeckung in den erst kurz eisfreien Bereichen ist aufgrund der extremen Standortbedingungen sehr gering und schwankt zwischen 5 und maximal 20 Prozent.



Eine weitere Steinbrechart, die man als Pionierpflanze im Umfeld der Pasterze antrifft, ist der Zweiblüten-Steinbrech (*Saxifraga biflora*) (Foto S. Gewolf).

Der Weg zum Haltepunkt 9

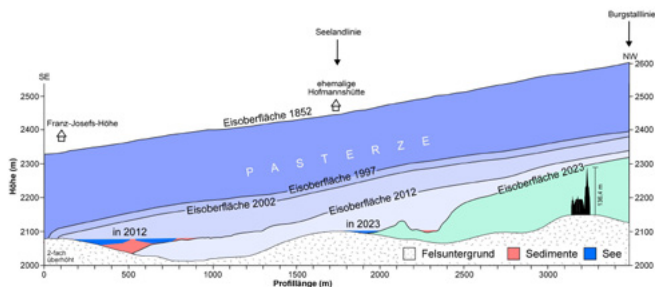
Im Gegensatz zum vorangegangenen Abschnitt führt der Weg im Folgenden überwiegend über Moränenschutt, den der zurückweichende Gletscher im letzten Jahrzehnt des 20. und im ersten des 21. Jahrhunderts zurückgelassen hat. Zwischendurch gehen wir hoch über dem Steilufer des Pasterzensees dahin, bevor von rechts der Weg von der Franz-Josefs-Höhe einmündet (Wegtafel). Bis hierher müssen wir später wieder zurück, wenn wir der Originalstrecke des Gletscherweges mit dem Zielpunkt Franz-Josefs-Höhe folgen. Der hier wieder recht bequeme und viel begangene Weg führt allmählich zum bald flachen, strandartigen Ufer des Pasterzensees hinunter und erreicht bei einer Informationstafel den Haltepunkt 9, der von allen Haltepunkten dem Eis der Pasterze am nächsten liegt.

Haltepunkt 9 (2075 m): Wendepunkt des Weges – wo vor Jahrtausenden Bäume wuchsen

Auch wenn dieser Haltepunkt dem Gletschereis am nächsten liegt, bleibt dieses dennoch in beachtlicher Distanz. Zum einen sieht man es am gegenüberliegenden Seeufer – vollständig mit *Obermoräne* bedeckt – und zum anderen kann man erahnen, dass das *Gletschertor*, der Ursprung des Gletscherbaches, noch viel weiter taleinwärts liegen muss. 2023 lag die Austrittsstelle der Möll aus der zerfallenden *Gletscherzunge* der Pasterze noch etwa 1 Kilometer vom Haltepunkt 9 entfernt. Von dort hat sich der Gletscherbach seit den frühen 2010er-Jahren seinen Weg durch eine in *Sedimente* tief eingeschnittene mächtige und tiefe Schlucht gebahnt. Dorthin oder in die Nähe zu gelangen ist zwar möglich, stellt jedoch ungleich höhere Anforderungen als der Gletscherweg, der hier seinen Umkehrpunkt hat –



Blick vom Endpunkt des Gletscherweges über den Pasterzensee nach Nordwesten zu den beiden Burgställen (Foto A. Praxmarer).



Längsprofile durch die Gletscherzunge der Pasterze mit Gletscheroberflächen in verschiedenen Jahren (Grafik Autoren).

insbesondere ist Trittsicherheit auf losem Geröll unabdingbar (siehe weitere Tourenmöglichkeiten, Seite 147). Da der Gletscherbach unter Normalbedingungen nicht überquerbar ist, war es 2023 und auch schon in den Jahren davor nicht möglich, den Gletscher von hier aus überhaupt zu erreichen!

Der Grund für die Lage des Haltepunktes ausgerechnet an dieser Stelle ergibt sich aus der hier befindlichen Informationstafel. Diese erklärt, dass hier ein für die Wissenschaft sensationeller Baumfund einer rund 6000 Jahre alten Zirbe getätigt wurde. Der größere Teil dieses Fundes ist im Besucherzentrum auf der Franz-Josefs-Höhe ausgestellt. Bei genauerem Hinsehen entdeckt man am Boden noch heute auch schwarzes, organisches Material, Reste eines *Moore*s bzw. von *Torf-Schichten*, die nach ihrer Bildung vom Gletscher überfahren und von seiner *Grundmoräne* oder Bachschutt überlagert wurden. Sowohl der Torf als auch die Zirbe, der es ähnlich ergangen war, blieben lange unter dem Eis verborgen. Auch als sich der Gletscher zwischen 2013 und 2014 von diesen Stellen zurückgezogen hatte, wurden Torf und Baum nicht sofort sichtbar, sondern es musste zuerst die überlagernde *Moräne* durch die *Erosion* der Bäche aus den Hängen

oberhalb weggespült werden. Die Fundumstände und der wissenschaftliche Wert werden im folgenden Essay (siehe „*Torf- und Holzfunde*“) dargelegt. An den steilen Schutthängen direkt oberhalb des Haltepunktes kann man eine für *Gletschervorfelder* typische Prozessabfolge beobachten: Diese Hänge lagen während des *Hochstandes* 1852 bis 1856 bis in eine Höhe von etwa 2300 Metern unter Eis, das heißt, der Standort war damals von mehr als 200 Metern Eis bedeckt. An die Hänge wurde unter dem Druck des Eises eine *Grundmoräne* gepresst, welche mit dem Absinken der Eisoberfläche im Zuge des *Gletscherschwundes* an die Oberfläche kam. Damit war das bisher durch aufliegendes Eis stabilisierte Lockermaterial der *Verwitterung* und der *Erosion* ausgesetzt. Die Erosion war und ist wegen der Steilheit des Geländes sehr intensiv, spült beträchtliche Mengen an Material fort und lagert es am Hangfuß ab. Dort trifft es auf andere, vom Gletscher oder von den Schmelzbächen angehäuften *Sedimente* aus Schotter, Kies oder Sand und auf *Toteis*. Vor allem bei Starkniederschlägen kann viel Material mobilisiert werden und gelangt in Form von *Murgängen* bis zum Ufer des Pasterzensees. Das Zusammenspiel all dieser Vorgänge schuf ein unübersichtliches Gelände aus Schuttmulden, -kuppen und -rücken. Sowohl hier als auch auf den Hängen oberhalb des Haltepunktes 9 hat es die Pflanzenwelt schwer, Fuß zu fassen, weil der Untergrund auch nach langer Eisfreiheit extrem instabil ist (siehe „*Pflanzen auf lockerem Schutt*“).

BEGRABEN VOM EIS- TORF- UND HOLZFUNDE AN DER PASTERZE

Das durch das Zurückweichen der Pasterze seit dem letzten Hochstand (1852 bis 1856) entstandene *Gletschervorfeld* ist geomorphologisch und ökologisch hochdynamisch – es verändert seine Oberflächenformen und seine Pflanzenwelt beständig. Das zurückweichende Gletschereis in Kombination mit der Erosionswirkung von fließendem Wasser gibt dabei auch Fundstücke frei, die einen Blick in die Vergangenheit der Pasterze ermöglichen. Bei solchen Fundstücken handelt es sich um Reste von Torflagen und glazial überprägte Holzreste, die ökologische, glaziologische und paläoklimatische Aussagen über längst vergangene Tage ermöglichen.

Ferdinand Seeland berichtete 1879 erstmals von einem Holzfund mit 50 Zentimeter Durchmesser in der Seitenmoräne der Pasterze. Wissenschaftlich bearbeitet wurde dieser als Zirbe erkannte Fund durch seinen Sohn Max. Mehr als hundert Jahre später wurden an der Pasterze – wie schon seit Langem an westalpinen Gletschern – in größerem Umfang Fundstücke geborgen und wissenschaftlich ausgewertet. Der Gletscherbach spülte damals Torfteile, Holzreste und ganze Stammteile von mehreren Metern Länge heraus und lagerte diese wegen der nachlassenden Schleppkraft des Baches auf den Schotterflächen vor der Gletscherzunge ab. Das erste Holzstück fand Heinz Slupetzky im Jahr 1989, es folgten zwei größere Teile von Baumstämmen 1990 und in den Jahren danach zahlreiche weitere durch Kurt Nicolussi und Gernot Patzelt, die auch untersucht wurden. Allen Funden war gemeinsam, dass sie nicht an den ursprünglichen Wuchsorten erfolgten, sondern vom Gletscher und Schmelzwasser an die Fundplätze verlagert worden waren.

Im Jahr 2006 begann eine neue, bis heute andauernde Phase solcher Entdeckungen. Nahezu alljährlich wurden von der rasch

zurück schmelzenden Gletscherzunge der Pasterze oder durch Erosion an den Hängen Holzstücke von Längen bis über einen Meter oder Torfstücke mit über 10 Zentimeter Durchmesser freigelegt und viele durch Andreas Kellerer-Pirklbauer und Ruth Drescher-Schneider untersucht. Diese Funde lieferten nach erfolgter Datierung sowie *dendrochronologischer* und weiterer wissenschaftlicher Analyse zusätzliche Hinweise über die Landschafts- und Gletschergeschichte in den letzten rund 10.000 Jahren.



Fachgerechte Bergung eines Torfprofils am Rand der Pasterze 2012.

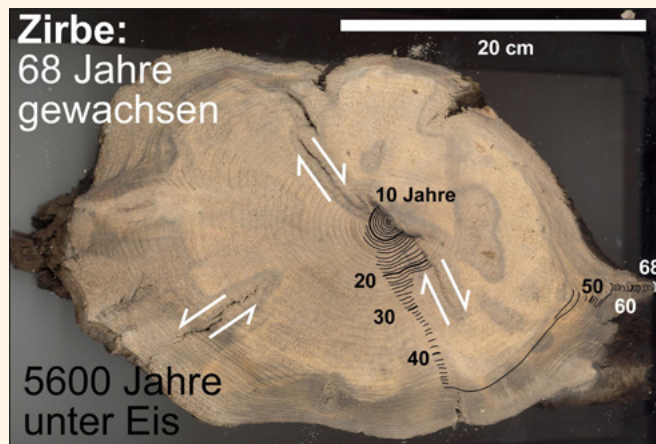
Im Sommer 2012 kam es zu einer außergewöhnlichen Entdeckung: Im Zuge der Wegerhaltung im Gletschervorfeld durch Mitarbeiter der Gletscherbahn legte Josef Rieger ein besonderes Bodenprofil mit Torfschichten teilweise frei, dessen wissenschaftlicher Wert bald erkannt wurde. Von dieser Fundstätte wurde durch Ruth Drescher-Schneider ein 2,6 Meter langes Bodenprofil geborgen. Datierungen ergaben, dass das Profil einen Zeitraum von circa 1000 Jahren zwischen 4790 und 3700 v. Chr. abdeckt.

Der spektakulärste Fund aber wurde im September 2014 beim Haltepunkt 9 getätigt, eine 1,7 Tonnen schwere Zirbe in zwei Teilen, die erst mit Hilfe eines Helikopters geborgen werden konnte. Das größere, 1,35 Tonnen schwere Stück ist heute Kern der



Die Bergung der rund 6000 Jahre alten Zirbenstämmen war 2015 nur mittels Helikopter möglich.

Ausstellung „Gletscher.Leben“ auf der Franz-Josefs-Höhe. Das kleinere ist in der Bergstation der Gletscherbahn ausgestellt. Analysen ergaben ein Alter des Baumes von circa 6000 und eine Wachstumszeit von rund 140 Jahren. Es war also eine stattliche Zirbe, die damals am Fuß des Großglockners wuchs. Bei den gefundenen und analysierten Hölzern handelt es sich um die beiden subalpinen Baumarten Zirbe und Lärche, wie sie heute auch unterhalb der Pasterze verbreitet vorkommen (siehe „Die Waldgrenze einst und jetzt“). Typisch für die auf der *Sander*-Fläche entdeckten Holzteile sind die Stauchungen im Außenbereich der Baumstämme, die auf die ehemalige Überlagerung durch das Gletschereis zurückzuführen und gut erkennbar sind (siehe Foto Seite 117). Für die Ostalpen sind die Holzfunde an der Pasterze bisher einmalig. Sowohl die Holzfunde als auch der Torf belegen damit, dass die Pasterze in früheren Zeiten bereits kleinere Ausdehnungen als gegenwärtig aufwies. Da an einzelnen der gefundenen Stämme durch die Jahrringe ein Wuchszeitraum von über 300 Jahren nachgewiesen ist, dauerten diese Perioden geringer Gletscher- ausdehnung durchaus lange an. Die insgesamt rund 80 wissen-



Querschnitt durch einen 2013 von Andreas Kellerer-Pirklbauer geborgenen Zirbenstamm. Analysen ergaben, dass der Baum fast 70 Jahre ungestört wuchs, bevor er vor rund 5600 Jahren von Eis und Sedimenten begraben wurde. Die Pfeile verweisen auf die Deformation des Holzes durch das überlagernde Eis.

schaftlich ausgewerteten Torf- und Holzfunde im *Gletschervorfeld* machen es wahrscheinlich, dass vor 10.200 bis 3.500 Jahren die Pasterze in ihrer Längserstreckung immer kürzer als im Jahr 2010 war. Sie belegen jedenfalls, dass es vor allem im frühen und mittleren *Holozän* lange Perioden mit geringerer Gletscher- ausdehnung als heute gab und dass diese kleineren Gletscher- stände durchaus den Normalzustand in den ersten zwei Dritteln der Nacheiszeit darstellten. Diese Perioden mit geringer Eisaus- dehnung waren aber nicht durch höhere Temperaturen als heute, sondern vielmehr durch die lange Andauer wärmerer Perioden bedingt. Diese wurden wiederholt durch kältere Perioden mit Gletschervorstößen, wie sie mit dem Absterben der Pasterzen- bäume durch das vorrückende Eis belegt sind, unterbrochen.

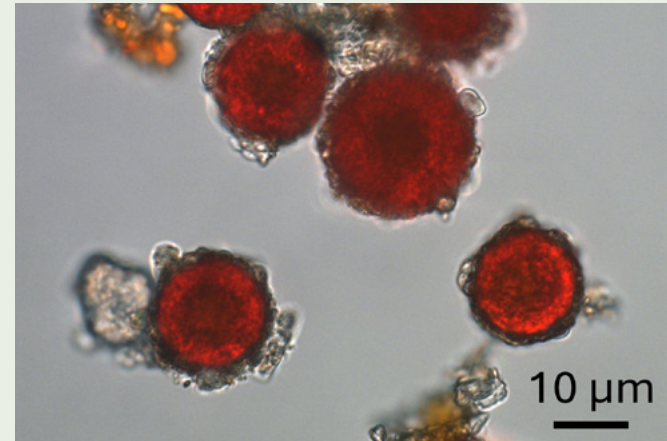
LEBEN IM EWIGEN EIS

Es ist ein schlagender Beweis für die fast unbesiegbare Anpassungsfähigkeit des Lebens, dass die scheinbar so absolut lebensfeindliche Schnee- und Eiswüste eine eigene Flora und Fauna besitzt. Extreme Temperaturen, starke UV-Strahlung und das Fehlen von Nährstoffen charakterisieren Eis und Schnee als lebensfeindliches Milieu. Dennoch gibt es verschiedene Organismen, die solchen unwirtlichen Bedingungen trotzen. Eine dieser Organismengruppen sind die Algen, die überwiegend nur noch mikroskopisch sichtbar sind. Schneeealgen ernähren sich von Wasser, Kohlenstoffdioxid (CO₂), Sonnenlicht und Mineralstoffen. Diese entnehmen sie aus Windablagerungen oder direkt aus der Luft. Schneeealgen stellen die Grundlage der Nahrungskette für verschiedene andere Organismen wie Bakterien, *Protozoen*, Rädertierchen und Pilze dar. Diese Mikroorganismen dienen ihrerseits als Nahrung für Insekten, Spinnen, Würmer und andere Tiere. Am Ende dieser Nahrungskette stehen Tiere, die sich über größere Strecken fortbewegen können, wie verschiedene Vögel und Säugetiere.

Derzeit kennt man 350 Arten von Schneeealgen. Besonders weit verbreitet ist die Grünalge *Sanguina nivaloides*, welche an die saisonale Entwicklung der Schneedecke angepasst ist. Während des Winters ruht sie in Form von roten Sporen, die besonders widerstandsfähig sind, unter dem Schnee. Schmilzt er, nimmt die Konzentration der Sporen auf dessen Oberfläche zu und bewirkt eine rötliche Färbung der Schneedecke. Mit dem Schmelzwasser gelangen die Sporen schließlich auf den Boden, wo sie die kalte Jahreszeit über auf den nächsten Frühling warten, um einen neuen Lebenszyklus zu beginnen.



Die Schneeealgen *Sanguina nivaloides* können im Sommer Schneeflächen auffallend rot färben.



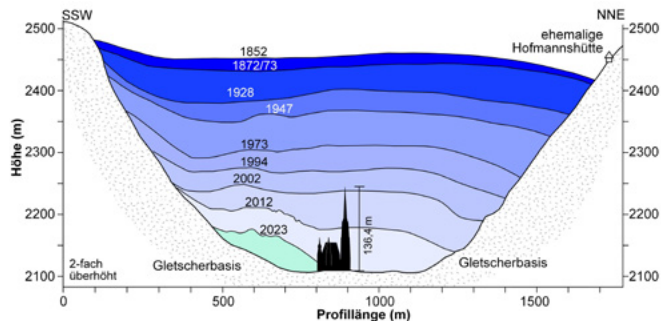
Das Bild zeigt die Schneeealgen unter dem Mikroskop (Foto D. Remias).

Der Weg zum Haltepunkt 10

Wir gehen etwa 10 Minuten über den Weg, über den wir zuvor kamen, zurück bis zur Wegtafel. Dort halten wir uns nach links und steigen auf einem relativ steilen, aber gut angelegten Weg hinauf auf einen Felsrücken. Knapp danach gibt es eine Verzweigung, an der man sowohl den bequemerem linken Weg, der zum Teil über Metallstiegen führt, als auch den rechts abzweigenden alpinen Steig nehmen kann. Beide Wegvarianten vereinigen sich wieder nahe der Talstation der Gletscherbahn, an der auch Informationstafeln zum Gletscherschwund stehen.

Haltepunkt 10 (2205 m): Massentourismus – Talstation der Gletscherbahn

Die Talstation der Gletscherbahn liegt hoch über dem vom Pasterzensee erfüllten Hochtalboden. Der steile Aufstieg hierher und die an der linken Variante des letzten Wegstücks angebrachten Tafeln, die die Höhe der Eisoberfläche in den 1960er-Jahren angeben, veranschaulichen nun auch eindrucksvoll die vertikale Komponente der außerordentlichen Eismassenverluste. Die Periode, in der der Hang unterhalb des Haltepunktes eisfrei wurde, umfasste den Zeitraum von nur etwa dreieinhalb Jahrzehnten (1960 bis 1995). Das rasche Einsinken der Eisoberfläche verwundert umso mehr, als in diese Zeitspanne auch die Jahre 1965 bis 1985 fallen, die von relativ gletschergünstigen Witterungsbedingungen gekennzeichnet waren. Damals stießen viele, vor allem kleinere Gletscher vor. An der Pasterze zeigten erhöhte Oberflächengeschwindigkeiten einen verstärkten Eisanschub aus dem Nährgebiet. *Die Abbildung auf Seite 121 zeigt den von hier aus gut sichtbaren Querschnitt der Pasterze im Bereich der ehemaligen, 2016 abgetragenen Hofmanns-Hütte und*



Querschnitte durch die Gletscherzunge der Pasterze im Bereich der ehemaligen Hofmanns-Hütte in verschiedenen Jahren (mit dem Wiener Stephansdom als Größenvergleich, Grafik Autoren).

die dortige Veränderung der Höhe der Eisoberfläche. „Halten die Bedingungen der 90er-Jahre des 20. Jhs. an, so ist dort mit einem Verschwinden der Gletscherzunge bis zur Mitte des 21. Jhs. zu rechnen. Der Blick von diesem Standort wird also nur mehr in großer Entfernung, im Mittel- oder Hintergrund des ‚Bildes‘, Gletschereis zeigen.“ So lautete eine Textpassage zur Erläuterung einer ähnlichen Grafik in der letzten, 2004 erschienenen Auflage dieses Buchs. Längst hat die Wirklichkeit die in diesem Text getätigten Voraussagen eingeholt: Der Gletscherschwund hat sich seit den frühen 2000er-Jahren so dramatisch beschleunigt, dass das beschriebene Szenario nicht erst Mitte des 21. Jahrhunderts, sondern schon knapp nach 2020 eingetreten ist.

Die von der Franz-Josefs-Höhe hierher führende Standseilbahn wurde 1963 eröffnet und sollte den Besucherinnen und Besuchern der Franz-Josefs-Höhe das Erreichen des in der Nachkriegszeit durch den Eisschwund gleichsam nach unten hin entschundenen Gletschers ermöglichen. Für die Errichtung der Standseilbahn bis nahe an den damaligen Eisrand wurde der



Die Standseilbahn von der Franz-Josefs-Höhe besteht seit 1963.

Alpenverein als Grundbesitzer enteignet, was zu den finsternen Kapiteln der Naturschutzgeschichte im Umkreis des Großglockners gehört (siehe „*Naturschutzgeschichte*“). Unmittelbar nach der Fertigstellung der Bahn konnte man den Gletscher tatsächlich in wenigen Minuten erreichen. Jedoch wurde der Weg zum Gletscher im Laufe der Zeit immer länger und es musste ein immer größerer Höhenunterschied zum Eis – erst im Abstieg und dann noch einmal im Aufstieg – überwunden werden.

Bis in die frühen 2010er-Jahre war der Gletscher dennoch mit vertretbarem Aufwand erreichbar und für die Besucherinnen und Besucher hatte die Betreibergesellschaft einen abgesicherten Bereich eingerichtet, in dem man auch ohne spezielle Ausrüstung den Gletscher betreten konnte. Diese Gegebenheiten sind längst Geschichte: Wie man von hier deutlich sehen kann und wie schon



Blick von einem (für die Gletschermessungen verwendeten) Punkt nahe dem Haltepunkt 10 über den Pasterzensee und die Gletscherzunge talein zu den Burgställen in den Jahren 2010 und 2023. Die Entstehung des Sees und der Eisschwund im Hufeisenbruch sind gut zu erkennen.

im Essay „*Pasterzensee*“ dargelegt, ist der Teil der Pasterzenzunge unterhalb der Bergbahn abgeschmolzen und dem See gewichen.

An diesem Haltepunkt steht man schon so hoch am Hang, dass es einen günstigen Blickwinkel über den Pasterzensee und die Gletscherzunge talein gibt. Dabei überblickt man gut die typische *Topographie* beiderseits der Gletscherzunge (siehe *Fotos oben*). Deren hinterer Teil wird flankiert von drei charakteristischen Bergen, den Burgställen, von denen der Kleine (2713 m) bis 2008 einen echten *Nunatak* darstellte. Dieses Wort stammt aus der Sprache der Inuit und bedeutet einen allseits von Gletschereis umschlossenen, selbst aber eisfreien Berg. Bei genauem Hinsehen erkennt man, dass auf seinem Gipfel eine Rasenfläche liegt (siehe *Foto Seite 124*), die sich über das gesamte *Holozän* hin entwickeln konnte, weil der Gipfel stets eisfrei blieb. Beim *Hochstand* von 1852 bis 1856 waren alle drei Burgställe Nunataker, heute ist es keiner mehr.

Zwischen dem Kleinen und dem Mittleren Burgstall erstreckt sich heute eine halbkreisförmige, etwa 400 Meter hohe Felsstufe, die bis 1984 vollständig von Eis bedeckt war. Dieses war wegen der starken Bewegung im Steilgelände großflächig von *Gletscher-*



Der Kleine Burgstall war bis 2008 ein Nunatak. Die Urwiese auf seinem Gipfel konnte sich seit Beginn des Holozäns (vor 11.700 Jahren) kontinuierlich entwickeln, weil der Gipfel auch bei den Gletscherhochständen stets eisfrei blieb (Blick von Südosten, Foto A. Praxmaren).

spalten zerrissen und bildete ein eindrucksvolles Landschaftsmerkmal, das wegen seiner Grundrissform „Hufeisenbruch“ genannt wurde. Als Folge des nachlassenden Eiszuflusses aus dem Nährgebiet und der absinkenden Eisoberfläche am Fuß des Eisbruches wurden aber im Hufeisenbruch ab den 1990er-Jahren immer mehr Stellen eisfrei. Mit Stand 2023 gab es nur eine einzige noch intakte Eisverbindung von den hochgelegenen Gletscherteilen zur Gletscherzunge. Da auch diese 2023 nur mehr rund 150 Meter breit war, ist unter den gegenwärtigen Klimabedingungen ein baldiges Abreißen unausweichlich. Die Konsequenz wird sein, dass die Pasterzenzunge keinen Eisnachschub mehr bekommt und daher zu *Toteis* wird.

NATURSCHUTZGESCHICHTE

Noch bevor sich der Alpenverein den Auftrag gab, die Schönheit und Ursprünglichkeit der Bergwelt zu erhalten, wurde er Grundeigentümer. Es war das Jahr 1918. Albert Wirth, Villacher Holzindustrieller und einfaches Vereinsmitglied, trat an die Gremien des Alpenvereins mit der ausdrücklichen Absicht heran, die unsicheren Besitzverhältnisse des für den Alpenverein so wichtigen Großglocknergebietes endgültig zu bereinigen. Tatsächlich war dem Verein schriftlich mitgeteilt worden, ein neuer Grundeigentümer werde das Gebiet der Steinwildjagd wegen für den Touristenverkehr sperren und nur wenige Zustiege auf den Großglockner erlauben. Doch der Erste Weltkrieg sollte unmittelbar darauf weit mehr als nur die Jagd und das Bergsteigen jäh beenden.

Woher kam das Interesse Wirths am Erhalt des Glocknergebietes? Der Villacher hatte den Yosemite- und den Yellowstone-Nationalpark besucht und sich von der Naturschutzidee begeistern lassen. Zurück in seiner Kärntner Heimat überzeugte er seine Frau Marie, geborene Aicher von Aicheneegg, und deren drei Schwestern Dorothea, Johanna und Sidonie, als Erbinnen des Gutes Großkirchheim ihr alpines Eigentum an der Pasterze dem Verein zu verkaufen. Den Kaufpreis von 10.000 Kronen, den der Verein zu leisten hatte, stiftete Albert Wirth selbst. Er knüpfte daran nichts weiter als den Wunsch, dass das Glocknergebiet als Naturschutzpark der Zukunft erhalten bleiben möge. Seither



Albert Wirth (1874–1957, Fotograf unbekannt, ÖAV Archiv).



Am den großen Naturschutzmäzen Albert Wirth erinnert dieses Denkmal aus Prasinit am Ende des Gamsgrubenweges im Wasserfallwinkel.

versteht sich der Verein als Treuhänder des Naturraums, der die ganze Pasterze und ihre Umrahmung vom Möllursprung über den Schwertkopf, den Glockner, das Eiskögele, den Bärenkopf bis zum Fuscherkarkopf umfasst. Beinahe demütig spürte Albert Wirth zu Beginn der Frage nach, ob denn in diesem Gebiet überhaupt menschliche Hand eingreifend angelegt werden dürfe. Er beantwortete sie bald schon mit einem klaren Nein, das bis heute gilt. Trotzdem konnte der Verein verschiedene Zugriffe auf „sein“ Naturjuwel zum Zweck einer anlagenbezogenen touristischen und einer energiewirtschaftlichen Nutzung nicht abwehren.

Am 1. Juli 1935 wurde auf Antrag des Vereins das Gebiet um die Pasterze, den größten Gletscher der Ostalpen, und die naturhistorisch bedeutende Gamsgrube zum Naturschutzgebiet erklärt. Damit erhoffte der Verein unter anderem bereits ventilierte Projekte wie die 1933 angedachte Seilbahn vom Franz-Josefs-Haus zur Adlersruhe oder die 1934 von der Großglockner-Hochalpen-



Beginn des Naturschutzgebietes, ca. 1938 (Foto Franz Thurner, ÖAV Archiv).

straße anvisierte Straße zum Wasserfallwinkel und die Seilbahn auf den Fuscherkarkopf auf Dauer verhindern zu können. Doch bereits ein Jahr später wurde der Alpenverein im Naturschutzgebiet trotz heftigen Widerstandes zugunsten der „Großglockner Hochalpenstraßen AG“ (GROHAG) zwangsweise enteignet. Anstelle der ursprünglich geplanten Straße vom Freiwandek zum Wasserfallwinkel erhielt die Straßenbaugesellschaft die Genehmigung für die Errichtung eines Fußweges von zweieinhalb Metern Breite. Neben diesem als begünstigtem Bau nach einer kaiserlichen Notverordnung bewilligten Weg, wurde der GROHAG ein Jahr darauf unter demselben Titel auch noch die Genehmigung erteilt, eine Materialseilbahn zur Vorbereitung einer Personenseilbahn auf den Fuscherkarkopf zu errichten. Zumindest der Fuscherkarkopf blieb unversehrt. Der bald darauf errichtete Gamsgrubenweg hingegen beschäftigt den Verein bis heute. 1952 sah sich der Österreichische Alpenverein gezwungen, 30 Hektar Grund für den Margaritzensee zu verkaufen, in dem die



Gamsgrubenweg gegen Mittleren Burgstall, ca. 1939 (Fotograf unbekannt, ÖAV Archiv).

Abflüsse des Pasterzengletschers und des Leiterbaches gesammelt und zur Stromerzeugung über den Möllüberleitungsstollen nach Kaprun übergeleitet werden. Und der Verein sollte ein weiteres Mal enteignet werden, und zwar 1961 für den Bau einer Seilbahn vom Parkplatz Freiwandeck zum Pasterzengletscher. Die knapp 20 Jahre später aufgrund des Gletscherrückgangs geplante Verlängerung der Bahn in das zwischenzeitlich geplante Sonderschutzgebiet „Großglockner-Pasterze“ hinein konnte der Verein hingegen ablehnen. Denn am 15. September 1981 war im Land Kärnten der Nationalpark Hohe Tauern eingerichtet und 1986 der Alpenvereinsgrundbesitz zu den Sonderschutzgebieten „Gamsgrube“ und „Großglockner-Pasterze“ erklärt worden. Für den Alpenverein war damit ein langegehegter Wunsch in Erfüllung gegangen. In Anerkennung der langen gemeinsamen Geschichte zum Schutz der Hohen Tauern und zur Errichtung des gleichnamigen Nationalparks schloss er 2002 mit dem Nationalpark ein Partnerschaftsübereinkommen ab, das bis heute Gültigkeit hat und auf die langfristige Sicherung und Weiterentwicklung des Schutzgebietes abzielt.

So ist es auch konsequent, wenn der Alpenverein bis heute dafür einsteht, dass die 1833 erstmals von Erzherzog Johann errichtete und seit 1871 nach Carl Hofmann benannte Schutzhütte Teil der Alpenvereinsgeschichte bleibt. Die Hütte lag einst am Normalweg auf den Glockner, verlor durch den Gletscherrückgang aber ihre alpinistische Funktion. Wegen verschiedener Unbill und ihres daraus resultierenden desolaten Zustands wurde die Hofmanns-Hütte 2003 geschlossen. Der langjährige Präsident des Alpenvereins, Andreas Ermacora, fasste das Bedauern des Vereins damals in Worte: „Als eine unserer ältesten Hütten mit einer großen alpinistischen Vergangenheit hatte die Hofmannshütte für uns als Bergsteigerverein auch emotionalen Wert. Die Schließung war daher natürlich mit viel Wehmut verbunden“. Geöffnet wurde die Hütte auch später nicht mehr, im Gegenteil, sie wurde abgetragen und der Bauplatz renaturiert. Anträge Dritter, am Bauplatz ein Ausflugs- und Schulungszentrum errichten zu dürfen, lehnte der Alpenverein ein letztes Mal 2017 ab. Damit verlagerten sich die Bemühungen erneut auf den Gamsgrubenweg. Auf diesem ursprünglich enteigneten Streifen Land möchte die GROHAG ein neues Gebäude errichten. Während Naturschutzorganisationen und die International Union for Conservation of Nature (IUCN) die Pläne kritisch beäugen, geht der Alpenverein gerichtlich vor: Seit 2022 klagt der Verein auf die Feststellung der richtigen Grundstücksgrenze, Ausgang offen.

So ist Wachsamkeit noch immer geboten. Denn wie Peter Haßlacher, der langjährige Leiter der Abteilung Raumplanung und Naturschutz des Österreichischen Alpenvereins, uns Jüngere unentwegt hinwies, gibt es ein alles entscheidendes Ungleichgewicht zwischen Naturschützer*innen und Projektbetreiber*innen: Während Letztere ihre Pläne immer und immer wieder vorbringen können, reicht es aus, dass Naturschützer*innen ein einziges Mal unachtsam oder erfolglos sind, um ein schutzbedürftiges Gebiet für immer zu verlieren.

GLETSCHERWEBERKNECHT UND GLETSCHERFLOH – DIE TIERWELT DER PASTERZE

Die ersten Gedanken zur Tierwelt der Alpin- und *Nivalstufe* der Hohen Tauern gehören wohl den Steinböcken und Gämsen, Marmeltieren und Steinadlern. Diese Säugetiere und Vögel finden sich zwar auch im Pasterzenumfeld, die Gletscherlebensräume selbst sind allerdings nicht ihre Habitate. „Die Umgebung der Pasterze ist [...] der naturwissenschaftlich weitaus am besten erforschte Teil des Untersuchungsgebiets“, so lauten die Worte des Zoologen, Sammlers und Alpenökologen Herbert Franz in seiner Gebietsmonographie „Die Landtierwelt der Mittleren Hohen Tauern“ (1943). In diesem Werk widmet er sich den Kleintieren des Pasterzenvorfeldes, der Pasterzenfurche und des Pasterzengrundes. Die Ausprägung der Tierwelt dieses Gebietes wurde entscheidend durch die Auswirkungen der letzten Kaltzeiten geprägt. Umso erstaunlicher ist es, dass in diesem zoogeographisch und ökologisch hochinteressanten Raum – abgesehen von schmetterlingskundlichen Kartierungen durch den Landeszoologen Christian Wieser – in den letzten Jahrzehnten keine standardisierte Erfassung der Kleintierwelt erfolgte.

Die Fauna des Gebiets ist charakterisiert durch einen hohen Anteil an *endemischen* Spezies, das heißt Arten, die in weltweiter Betrachtung nur hier im Zentral- bzw. Ostalpenraum zu finden sind. Die obere Grenze der Vertikalverbreitung von wirbellosen Tieren, die auch in Abhängigkeit von der Exposition und damit der Sonneneinstrahlung variiert, gibt wertvolle Hinweise zur Klimaentwicklung und die Auswirkungen der globalen Erwärmung lassen sich damit gut *monitoren*. Vergleichsweise artenreiche Spinnentier- und Insektengesellschaften leben im Pasterzengebiet auf aus den Eis- und Schneemassen ragenden Felsinseln. Für ihre obere Verbreitungsgrenze ist nach Untersuchungen von Herbert Franz nicht das Eis, sondern primär das lo-

kale Kleinklima entscheidend. Die Besiedlung der eisfrei werden Flächen durch Kleintiere aus der Umgebung erfolgt schnell – dies geschieht viel rascher, als es die meisten höheren Pflanzen schaffen. Die Tierbestände von den – ehemaligen – *Nunatakern* im Pasterzengebiet, den drei Burgstätten, weichen so stark voneinander ab, dass jeder für sich als zufälliges Mosaik zu sehen ist.

Die Kleintierwelt der Pasterze und ihres Umfeldes setzt sich schwerpunktmäßig aus folgenden Tiergruppen zusammen: Raub- und Hornmilben, Weberknechte, Wolf- und Zwergspinnen, Hundert- und Tausendfüßer, Lauf-, Rüssel-, Blatt- und Kurzflügelkäfer, Schmetterlinge, Hummeln, Fliegen, Fadenwürmer und Schnecken.



Zweipunkt-Ohrwurm (*Anechura bipunctata*, Foto C. Komposch).

Hervorzuheben sind unter den Spinnentieren der Gipfellaufwulf (*Pardosa giebelsi*) als Charakterelement der Wirbellosen-Gemeinschaften des Pasterzenumfeldes: Diese landesweit stark gefährdete hochalpine Wolfspinne steigt in Kärnten bis mindestens 2800 Meter Seehöhe – die tatsächliche obere Verbreitungsgrenze ist allerdings noch ungenügend erforscht. Der Gletscherweberknecht (*Mitopus glacialis*) lebt an Silikat-Felswänden und – *no men est omen* – geht auch am Gletschereis auf Jagd. Dieses Tier

erträgt strenge Fröste und kann selbst einfrieren, ohne dabei zu sterben. Als Eiszeitrelikt hat es sich über die Jahrtausende an niedrige Temperaturen angepasst, doch nun ist es durch die Klimaerwärmung massiv bedroht und stark gefährdet. Die Steinmilbe (*Caeculus echinipes*), so man diesen Winzling im *Ruhschutt* entdeckt, beeindruckt Betrachterinnen und Betrachter mit ihren beiden ersten, bedornen Raubbeinpaaren.



Zylinder-Felsenschnecke (*Cylindrus obtusus*, Foto C. Komposch).

Unter den Insekten sind der in Kärnten vom Aussterben bedrohte Alpen-Sandlaufkäfer (*Cicindela gallica*), der in den Ostalpen endemische Hellwigs Dammläufer (*Nebria hellwigii*) sowie der hochalpine Springschwanz (*Orchesella montana*) und der Gletscherfloh (*Desoria saltans*) erwähnenswert. Die landesweit höchsten Vorkommen der Großen Schmalbrustameise (*Leptothorax acervorum*) sind aus 2400 Meter Seehöhe bekannt, die Sibirische Keulenschrecke (*Gomphocerus sibiricus*) ist die höchst steigende Heuschreckenart des Gebiets. Anhand ihrer „Popeye-artig“ verdickten Vorderschienen ist sie im männlichen Geschlecht leicht zu erkennen. Der Zweipunkt-Ohrwurm (*Anechura bipunctata*) ist mit seinen mächtigen Zangen und den gelblich-orangen Flecken

auf den Flügeldecken sowie auf den Hinterflügeln der markanteste und wohl schönste Ohrwurm des Alpenraums.



Gletscherweberknecht (*Mitopus glacialis*, Foto C. Komposch).

Auch die Weichtiere können mit Besonderheiten aufwarten: An den Südwesthängen der Freiwand zwischen der Gamsgrube und der Franz-Josefs-Höhe findet sich ein reliktäres Vorkommen der in den Ostalpen endemischen Zylinder-Felsenschnecke (*Cylindrus obtusus*). Die Pasterze und ihr Umfeld sind Extremstandorte, die nur von ausgesprochenen Spezialisten aus dem Tierreich bewohnt werden. Dennoch können die Besiedlungsdichten der wenigen hier lebenden Arten enorm hoch sein, denn die Zahl an Individuen pro Quadratmeter Boden liegt bei Fadenwürmern zwischen 900.000 und 2,7 Millionen! Eine weiterführende Erforschung der Artenzusammensetzung und Dynamik der Kleintierwelt in der „Kampfreigion“ des Hochgebirges wäre nicht zuletzt unter dem wenig verheißungsvollen Stern des Klimawandels – nach mehr als 80-jährigem wissenschaftlichem Dornröschenschlaf – außerordentlich wichtig.

Das letzte Wegstück zur Franz-Josefs-Höhe

Für diesen finalen Wegabschnitt gibt es die bequeme Variante der Auffahrt mit der Gletscherbahn oder die sportlich ambitionierte Möglichkeit des Aufstiegs über den gut angelegten und gesicherten alpinen Steig, der in Kehren südöstlich der Bahntrasse über steile *Prasinit*-Felsen zur Franz-Josefs-Höhe führt. Er ist zwar abschnittsweise etwas exponiert, aber stets mit guten Haltemöglichkeiten versehen. Auf einer Höhe von etwa 2300 Metern verlässt man wieder das *Gletschervorfeld*, was jedoch unmittelbar am Steig nicht zu erkennen ist, weil sich durch das felsige Gelände nach dem Abschmelzen des Eises keine *Moränen* halten konnten.

Endpunkt Franz-Josefs-Höhe (2370 m) – Inbegriff des österreichischen Alpenmythos

Die Franz-Josefs-Höhe ist ein massentouristischer Hotspot mit allen denkbaren positiven und negativen Begleiterscheinungen. Zu den ersten gehört sicherlich das attraktive touristische Angebot, zu dem etwa öffentliche Toiletten, ein Selbstbedienungsréstaaurant in bester Panoramalage, das Besucherzentrum und die etwas erhöht gelegene, seit 1998 bestehende Wilhelm-Swarowski-Beobachtungswarte gehören. Negativ sind aus Naturschutzperspektive die beachtliche Flächeninanspruchnahme der Anlagen und die Dimensionslosigkeit des in den 1960er-Jahren errichteten Parkhauses, in dessen zur Solarstromerzeugung genutzten Glasfassade sich der Glocknerkamm spiegelt. Aus diesem Grund macht die Außengrenze des Nationalparks Hohe Tauern auch einen Bogen um die Franz-Josefs-Höhe.

Die Ursache von all dem ist, dass der Blick von der Franz-Josefs-Höhe zu den meist bestaunten und fotografierten Gebirgsansichten Österreichs, ja der gesamten Alpen und Europas zählt.

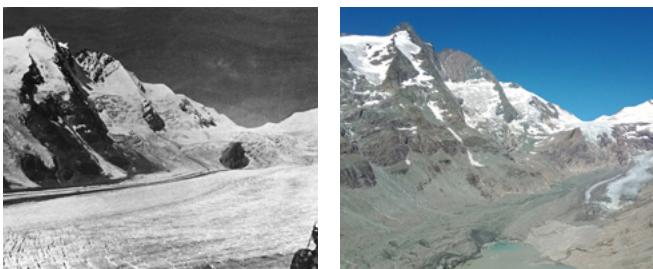
In der Tat ist die Perspektive auf formschöne Berge, allen voran den Großglockner (3798 m), und zugleich der Einblick in die Gletscherwelt nur an wenigen Stellen in so vollendeter Weise möglich, und das bei denkbar einfacher Erreichbarkeit. Schon Kaiser Franz Josef bewunderte 1856 das Panorama, und es ist auch nur allzu verständlich, dass diese Stelle als Höhepunkt der stark nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten trasierten, 1935 eröffneten Großglockner-Hochalpenstraße inszeniert wurde.

Es gibt kaum einen besseren Platz, um die Pasterze noch einmal im Überblick zu betrachten. Von hier erkennt man die immer noch beachtliche Dimension der um 2023 zwei Kilometer langen Gletscherzunge, auch wenn sie den Betrachenden schon weit entrückt ist. Längst schon wird sie weniger ihrer Ästhetik wegen, sondern viel mehr als Ikone des Klimawandels bewundert. Dabei wird allerdings häufig die tatsächliche Ausdehnung des Eises unterschätzt, weil die zunehmende Anreicherung von *Obermoräne* auf dem Gletscher diesen immer schwerer erkennbar macht.

Hinzu kommt, dass man von hier aus nur erahnen kann, woher diese Eismassen stammen, nämlich aus den hoch gelegenen, über



Auf der Franz-Josefs-Höhe erinnern an den kaiserlichen Besuch im Jahr 1856 – neben dem Namen – eine Gedenktafel und eine Statue.



Der „klassische Blick“ von der Franz-Josefs-Höhe auf Großglockner und Pasterze in einer alten Ansicht aus der Zeit um 1920 (links, Archiv G. Lieb) und 2023 (rechts).

11 Quadratkilometer umfassenden Verflachungen beiderseits des immer noch stark vergletscherten 3453 Meter hohen Johannisberges. Von diesen sieht man nur kleine Teile, ja vom gesamten Gletscher deutlich weniger als die Hälfte! Dies hängt einerseits mit dem Blickwinkel zusammen, der die hoch gelegenen Flächen verkürzt erscheinen lässt, und andererseits damit, dass der weit nach Norden zurückgreifende Riffwinkel, das weit gespannte Gletscherplateau westlich der Oberwalder-Hütte, von hier aus gar nicht sichtbar ist. Um die Dimensionen des Gletschers besser ermessen zu können, kann die Wanderung entlang des Gamsgrubenweges empfohlen werden.

Immer noch eindrucksvoll sind die schattseitigen Flanken des Glocknerkammes mit ihren Eisbrüchen, -rinnen und -flanken. Freilich sind auch hier beim Vergleich mit älteren Bildern die Spuren des Gletscherschwundes unübersehbar und viele der früher bekannten Eiskletterrouten sind heute steinschlaggefährdete Fels-Eis-Touren geworden, die kaum mehr begangen werden – allen voran die berühmte, bereits 1876 erstmals durchgestiegene Pallavicini-Rinne, die aus der Oberen Glocknerscharte zwischen Groß- und Kleinglockner herabzieht.



Das in den Steilhang hineingebaute Parkhaus ist das größte Bauwerk im Bereich der Franz-Josefs-Höhe – seit den späten 2010er-Jahren wird an der verglasten Fassade auch Solarstrom erzeugt.

Auch der früher gebräuchliche Nordostanstieg auf den Großglockner über das Hofmannskees ist viel schwieriger geworden – sogar die Alpenvereinskarte warnt davor mit dem Hinweis „nur im Frühsommer“ (begehen, wenn das steile Eis noch unter Schnee liegt). Überhaupt sind viele hochalpine Steige und Routen durch den *Gletscherschwund* schwieriger geworden bzw. haben sich Kosten und Aufwand ihrer Erhaltung für die alpinen Vereine massiv erhöht. Da sich diese aus privaten Mitgliedsbeiträgen finanzieren, ist es unsicher, ob das umfangreiche alpine Wegenetz auch in Zukunft im gegenwärtigen Ausmaß und Standard bereitgestellt werden kann.

GLETSCHER UND GESELLSCHAFT – EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT

Seit die Berge und das „ewige Eis“ im 19. Jahrhundert für die Gesellschaft bedeutend geworden waren (siehe „*Die Wahrnehmung des Hochgebirges*“), waren die Gletscher zum begehrten Ziel für Reisende, die Wissenschaft und den Alpinismus geworden. Zuerst waren es die Angehörigen einer gesellschaftlichen Elite, die die Geheimnisse der Gletscher zu ergründen versuchten und sie geistig und symbolisch in Besitz nahmen. Ab der Zwischenkriegszeit wurden die Alpen und ihre Gletscher weiter populärisiert und mit dem – nach dem Zweiten Weltkrieg realisierten europäischen Modell des sozialen Wohlfahrtsstaates – auch breiten Gesellschaftsschichten zugänglich. So wurde die Natur zum Objekt massentouristischer Vermarktung und geriet damit in die neoliberale Wachstumsspirale, die sich im Hochgebirge durch immer neue Erschließungsprojekte bemerkbar machte und macht. Wie die Naturschutzgeschichte im Umkreis des Großglockners zeigt, die im Essay „*Naturschutzgeschichte*“ ausgeführt wird, ist der Pasterze zwar die Nutzung als Gletscherskigebiet erspart geblieben, doch zeigt sich gerade auch hier, dass selbst im Herzen des Nationalparks der aktive Schutz der Natur vor dem Zugriff vordergründiger wirtschaftlicher Interessen immer noch eine Herausforderung darstellt.

In jüngster Zeit hat der Begriff „Gletscherschutz“ die Runde gemacht. Darunter versteht man meist den Schutz der Gletscher vor massentouristischer Erschließung in obigem Sinne, es kann damit aber auch gemeint sein, die Gletscher durch eine effiziente Klimapolitik vor dem Voranschreiten des *Gletscherschwundes* zu schützen. Schließlich kann der Begriff auch den direkten Schutz der Gletscher vor der Abschmelzung meinen, was in mittlerweile allen Gletscherskigebieten durch das Auslegen von weißen Vliesen, die einen guten Schutz vor der Abschmelzung



Das Südliche Pfandlschartenkees, ein östlicher Nachbargletscher der Pasterze, im Jahr 1989 (oben) und 2023 (unten, Foto M. Bliem). Von dem Gletscher sind nur mehr bescheidene Eisreste vorhanden.

bilden, geschieht. Was die beiden zuletzt genannten Begriffsfacetten betrifft, ist festzustellen, dass die Gletscher, wie wir sie als „weiße Zierde der Berge“ seit ihrer Ästhetisierung zu sehen gewohnt waren, nicht mehr zu retten sind. Denn selbst wenn

es gelänge, die globale Erwärmung gemäß dem internationalen Klimaschutz-Übereinkommen von Paris auf „deutlich unter“ 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Temperaturniveau zu begrenzen, würden die Gletscher noch Jahrzehnte weiter schrumpfen und die meisten würden in wenigen Jahrzehnten dennoch verschwinden.

Das gegenwärtige Temperaturniveau bewirkt längst in beinahe allen Jahren negative *Massenbilanzen*, weshalb die Gletscher seit den 1990er-Jahren beschleunigt an Länge, Fläche und Volumen verlieren. Dieser negative Trend kann sich in absehbarer Zeit gar nicht umkehren, denn hierzu müssten die Gletscher schon längst Eisreserven in den Nährgebieten aufbauen, was nicht der Fall ist (und nicht einmal der Fall wäre, wenn das Temperaturniveau um einen Grad tiefer als in den beiden ersten Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts wäre). Aktuell zehren die Gletscher also nur noch von den Reserven, die die großen von ihnen, wie die Pasterze, noch aus den gletschergünstigeren Bedingungen der Vergangenheit in unsere Zeit „herübergerettet“ haben. Das funktioniert so lange, wie diese Reserven reichen. Die Pasterze wird sich weiter rapide verkleinern, die *Gletscherzunge* wird von einem aktiv ernährten und bewegten Teil des Gletschers schon bald zu einem *Toteis*-Körper werden: Der schon stark verringerte Eisnachschub aus den im 3000-Meter-Niveau liegenden Flächen steht bereits beim Erscheinen dieses Führers unmittelbar davor gänzlich auszusetzen. Die ehemalige Gletscherzunge wird zwar als Toteismasse noch lange existieren, aber doch in einigen Jahrzehnten durch Abschmelzung und Zerfall weitgehend verschwunden sein.

Längst sind gletscherfreie Alpen vorstellbar geworden, was die bange Frage nach den Folgen dieser Entwicklungen aufwirft. Meist werden negative Wirkungen des Gletscherschwundes auf den Tourismus, den Wasserhaushalt sowie in Bezug auf Naturgefahren erwartet, während es keine positiven Folgen gibt.



Ein besonders eindrückliches Beispiel des Eisschwundes ist das Eisfreiwerden des Hufeisenbruches, hier dokumentiert durch Ansichten aus drei Jahren: knapp vor 1910 (Archiv Lieb), 2010 und 2023 (von oben nach unten).

Zum Tourismus ist zu sagen, dass sich durch den Gletscherschwund das Landschaftsbild schon massiv geändert hat und sich weiter massiv ändern wird. Wegen ihrer einstigen Ästhetisierung wird der Verlust der Gletscher zwar als schmerzlich empfunden. Die Gesellschaft kann sich aber an neue Zustände gewöhnen und das Hochgebirge wird auch mit weiter schrumpfenden und schließlich verschwindenden Gletschern attraktiv bleiben – so wie es gletscherfreie Hochgebirge, wie etwa der Nationalpark Gesäuse, sind. Touristische Unternehmen, die mit Gletschern zu tun haben – auch die „Großglockner Hochalpenstraßen AG“ –, haben längst die Flucht nach vorne angetreten und ihre Angebotspalette für die Zeit nach den Gletschern erweitert.

Auch die häufig angstvoll gestellte Frage, ob es in Österreich durch das Verschwinden der Gletscher zu einer „Wasserkrise“



Auch im Umkreis der Pasterze kommt es immer wieder zu Felsstürzen. Diese sind darauf zurückzuführen, dass durch den Klimawandel die Standfestigkeit von Felswänden herabgesetzt wurde. Im Bild die Trümmerrmassen der Felsstürze vom Mittleren Burgstall (2007 bis 2009).

kommen könne, kann getrost verneint werden. Von regionalen und saisonalen Problemen durch den Wegfall der sommerlichen Wasserspende aufgrund der Gletscherschmelze abgesehen, wird weiterhin ausreichend Trink- und Brauchwasser in den Alpen zur Verfügung stehen. Denn es kommt seit jeher zum überwiegenden Teil aus unvergletscherten Gebieten und in den gängigen Klima-Zukunftsszenarien werden keine gravierenden Änderungen der für den *Wasserhaushalt* in den Alpen entscheidenden Niederschlagsmengen erwartet.

Die Zunahme gefährlicher Naturprozesse jedoch ist im Hochgebirge – da diese auch durch das Verschwinden von *Permafrost* gefördert werden – sehr ernst zu nehmen. Massenbewegungen wie Sturzprozesse und *Murgänge* sind schon häufiger geworden und werden noch häufiger werden. Allerdings betreffen sie, zumindest in Österreich, nur vergleichsweise kleine Anteile des Staatsgebietes mit dünner oder fehlender Besiedlung bzw. geringer Anwesenheitswahrscheinlichkeit von Menschen. Auch dieses Problem ist also mehr von regionaler als von nationaler Relevanz.

Kurzum, für eine ökonomisch, sozial und politisch gut entwickelte Gesellschaft wie die österreichische wird der Verlust der Gletscher am eigenen Territorium zwar Kosten verursachen, aber verkraftbar sein. Das Problem liegt also gar nicht so sehr im *Gletscherschwund* an sich, sondern in dem, was er uns drastisch vor Augen führt: Der *anthropogene Klimawandel* ist schon so weit fortgeschritten, dass seine kritischen Folgen für die Weltgesellschaft massiv zu spüren sind. Die schwindenden Gletscher appellieren also an uns alle, Verantwortung für den Klimaschutz zu übernehmen. Sie geben ein starkes Signal für eine Neuorientierung der Politik in Richtung nachhaltiger Entwicklung, die sich von Gewinnmaximierungs-Dogmen löst – und dabei die Klimapolitik nicht gegen den Schutz der Natur ausspielt!

DIE BOTANISCHE UND ÖKOLOGISCHE ERFORSCHUNG DER GLOCKNERGRUPPE

Ende des 18. Jahrhunderts begann gleichzeitig mit der alpinistischen Erschließung der Alpen ihre wissenschaftliche Erforschung. Die besonders reiche Vegetation und Flora der südlichen Hohen Tauern faszinierte bereits 1775 den Kärntner Franz Xaver von Wulfen. Der Arzt und Naturforscher Belsazar Hacquet gelangte 1781 sogar bis zur Pasterze, und 1798 forschte hier der Botaniker und Apotheker David Heinrich Hoppe. Von Heinrich Gustav Flörke erschien um 1800 ein erster Bericht über die Pflanzenwelt der Hohen Tauern. So lagen Mitte des 19. Jahrhunderts bereits wichtige Forschungsergebnisse aus der Glocknergruppe vor. Auch die Gebrüder Schlagintweit befassten sich mit der Lebewelt des Großglockners (siehe „Die Anfänge der Gletscherforschung“).

Weitere hervorragende Alpenforscher besuchten das Glocknergebiet, so Dionys Stur, Karl Sonklar, Franz Keil und die bayrischen Moosforscher Paul Günther Lorentz und Ludwig Molendo. Mitte des 19. Jahrhunderts zählten besonders Julius und Rudolf Hinterhuber sowie Anton Sauter zu den verdienstvollen Botanikern in der Glocknergruppe. Die Zeit der planmäßigen Vegetationserforschung und -kartierung fing hier jedoch später als in anderen Alpengebieten an. So führte der berühmte Vegetationskundler Josias Braun-Blanquet 1929 soziologische Aufnahmen im Bereich des Glockner-Hauses durch. Mit Hilfe der damals neuen Alpenvereinskarte begann 1928 ein Abschnitt intensiver Forschung. Mit der etwa zeitgleich einsetzenden technischen Erschließung verschwanden durch Bauten der Großglockner-Hochalpenstraße und später der Tauernkraftwerke botanische Kostbarkeiten ganz oder fast aus diesem Gebiet – glücklicherweise wurde wenigstens der Alpenvereinsbesitz um die Pasterze unter Naturschutz gestellt (siehe „Naturschutzgeschichte“).



Die besonders seltene Alpen-Breitschote (*Braya alpina*) ist eine Pionierpflanze. Ihre Entdeckung in der Nähe der Pasterze durch David Heinrich Hoppe stellte einen Meilenstein der botanischen Forschung dar (Foto S. Gewolf).

Von Helmut Gams wurde das gesamte Glocknergebiet vegetationskundlich kartiert. Unterstützt wurde er dabei von Helmut Friedel, der überdies eine detaillierte Untersuchung im obersten Mölltal durchführte, worüber 1959 eine Vegetationskarte erschien. Über die Verhältnisse im Gletschervorfeld der Pasterze publizierte Bertram Zollitsch 1969 eine Studie, in neuerer Zeit folgten botanische Diplomarbeiten aus diesem Gebiet, u. a. von Barbara Griehser und Markus Hofbauer. Die Landtierfauna des Gebietes, die besonders unter den Insekten viele sibirische Elemente aufweist, wurde von Herbert Franz und weiteren Spezialisten außerordentlich gründlich untersucht (siehe „Gletscherweberknecht und Gletscherfloh“). 2009 erschien ein Artikel über das Gletschervorfeld der Pasterze mit Pflanzenartenlisten und Naturschutzaspekten (siehe *Tuexenia* 2009, Beiheft 2). Seit rund 30 Jahren unterstützt der sogenannte Glockner-Öko-Fonds, der von der „Großglockner Hochalpenstraßen AG“ ins Leben ge-

rufen wurde, naturwissenschaftliche Studien im Umkreis der Großglockner-Hochalpenstraße. Insgesamt kann festgestellt werden, dass die Glocknergruppe botanisch und ökologisch besonders gut erforscht ist, was mit der angesprochenen hohen ideellen Bedeutung des Gebietes um Österreichs höchsten Berg in Zusammenhang steht.



„Braya alpina Sternb. et Hopp.“ Erstveröffentlichung in den Denkschriften der Königlich-Baierischen Botanischen Gesellschaft zu Regensburg, 1815.

Serviceteil

Weitere Tourenmöglichkeiten

VON DER FRANZ-JOSEFS-HÖHE ZURÜCK ZUM STARTPUNKT

Der Gletscherweg ist auf der Franz-Josefs-Höhe zu Ende und man kann zum Startpunkt mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückkehren. Es gibt aber auch einen empfehlenswerten Fußweg zum Glockner-Haus, der aus der Begehung des Gletscherweges eine lohnende Rundtour macht. Hierzu geht man entlang der Straße am breiten Gehsteig mit instruktiven Tiefblicken bis zum Busparkplatz am „Hohen Sattel“, wo der aussichts- und blumenreiche, gut markierte Weg Nr. 702 beginnt, der über Kehren hinunter zur Wallneralm führt und vorbei am Pasterzenhaus das Glockner-Haus erreicht. Die Gehzeit beträgt eine knappe Stunde.

VON DER FRANZ-JOSEFS-HÖHE ÜBER DEN GAMSGRUBENWEG ZUM WASSERFALLWINKEL

Dem Gletscherweg kann eine unschwierige, bequeme und landschaftlich großartige Wanderung angeschlossen werden, die die Eindrücke von der Gletscherlandschaft am Fuß des Großglockners in idealer Weise abrundet. Es handelt sich hierbei um den Gamsgrubenweg, der als gut ausgebauter und abgesicherter Panoramaweg hoch über der Zunge der Pasterze – mit hervorragenden Blicken auf diese – talein führt. Aus Sicherheitsgründen wurde er um das Jahr 2000 in Tunnels verlegt, zwischen denen sich aber gute Aussichtsplätze befinden. Ab dem Ende des letzten Tunnels, nach circa einer halben Stunde Gehzeit, darf der Weg nur mehr mit Bergwanderausrüstung fortgesetzt werden. Wer zuvor den Gletscherweg begangen hat, darf



Tiefblick vom Gehsteig entlang der Zufahrt zum Parkhaus an der Franz-Josefs-Höhe nach Südosten auf die hier besonders gut erkennbare 1850er-Moräne der Pasterze.



Die Gamsgrube gehört mit ihren Flugsandablagerungen zu den bemerkenswertesten Ökosystemen des Nationalparks Hohe Tauern.

sich dies zutrauen. Die Tour führt in der Folge unterhalb des Sonder-schutzgebiets Gamsgrube entlang. (Achtung Steinschlaggefahr!) Dies gehört mit seiner einzigartigen Pflanzenwelt auf mächtigen Flugsandablagerungen zu den herausragendsten ökologischen Kostbarkeiten des Nationalparks Hohe Tauern, weshalb dort auch ein Verbot herrscht, den Weg zu verlassen. Am Ende des gut ausgebauten und mit einigen Informationstafeln ausgestatteten Weges ist im Wasserfallwinkel in 2550 Meter Höhe ein Rastplatz eingerichtet (ca. 1 Stunde von der Franz-Josefs-Höhe, ca. ¾ Stunde zurück). Der einst beliebte Weiterweg zur Oberwalder-Hütte des Alpenvereins Austria auf dem Hohen Burgstall (2973 m) ist wegen des Gletscherschwundes keine Bergwanderung mehr, sondern eine hochalpine Tour, die nur Alpinistinnen und Alpinisten mit Gletscher- und Klettersteigausrüstung empfohlen werden kann.

HOCHALPINE VARIANTE VOM HALTEPUNKT 9 AUS

Ähnliches gilt für die Anforderungen, die die mögliche Erweiterung des Gletscherweges, beginnend am Haltepunkt 9 – unter Verzicht auf den Besuch des Haltepunktes 10 – bietet. Man geht vom Haltepunkt 9 weiter talein, erreicht nach etwa 10 Minuten eine Wegtafel und hält sich an dieser den Markierungen folgend rechts. Von hier geht es über die steile Flanke mit hervorragenden Tiefblicken auf den Gletscher – der Weg ist ein Klettersteig mit Schwierigkeitsgrad A – nach Nordosten hinauf zum ehemaligen Standort der Hofmanns-Hütte und auf dem Gamsgrubenweg rechtshaltend zurück zur Franz-Josefs-Höhe. Die Gehzeit ab Haltepunkt 9 beträgt circa 1 ½ bis 2 Stunden.

10 EMPFEHLUNGEN DER ALPENVEREINE

- **1. Gesund in die Berge**
Bergwandern ist Ausdauersport. Die positiven Belastungsreize für Herz und Kreislauf setzen Gesundheit und eine realistische Selbsteinschätzung voraus. Vermeide Zeitdruck und wähle das Tempo so, dass niemand in der Gruppe außer Atem kommt!
- **2. Sorgfältige Planung**
Wanderkarten, Führerliteratur, Internet und Experten informieren über Länge, Höhendifferenz, Schwierigkeit und die aktuellen Verhältnisse. Touren immer auf die Gruppe abstimmen! Achte besonders auf den Wetterbericht, da Regen, Wind und Kälte das Unfallrisiko erhöhen!
- **3. Vollständige Ausrüstung**
Passe deine Ausrüstung deiner Unternehmung an und achte auf ein geringes Rucksackgewicht! Regen-, Kälte- und Sonnenschutz gehören immer in den Rucksack, ebenso Erste-Hilfe-Paket und Mobiltelefon (Euro-Notruf 112). Karte und GPS unterstützen die Orientierung.
- **4. Passendes Schuhwerk**
Stabile Wanderschuhe schützen und entlasten den Fuß und verbessern die Trittsicherheit! Achte bei deiner Wahl auf perfekte Passform, rutschfeste Profilsohle, Wasserdichtigkeit und geringes Gewicht!
- **5. Trittsicherheit**
Stürze, als Folge von Ausrutschen oder Stolpern, sind die häufigste Unfallursache! Beachte, dass zu hohes Tempo oder Müdigkeit deine Trittsicherheit und Konzentration stark beeinträchtigen! Besondere Vorsicht beim Abstieg! Achtsames Gehen verhindert Stein Schlag.
- **6. Auf markierten Wegen bleiben**
Im weglosen Gelände steigt das Risiko für Orientierungsverlust, Absturz und Steinschlag. Vermeide Abkürzungen und kehre zum letzten bekannten Punkt zurück, wenn du einmal vom Weg abgekommen bist! Häufig unterschätzt und sehr gefährlich: Steile Altschneefelder!

Beschlossen von den CAA-Mitgliederversammlungen 2012 und 2018. Mitglieder des CAA: Alpenverein Südtirol (AVS), Club Alpino Italiano (CAI), Deutscher Alpenverein (DAV), Fédération française des clubs alpins et de montagne (FFCAM), Liechtensteiner Alpenverein (LAV), Österreichischer Alpenverein (ÖAV), Planinska zveza Slovenije (PZS), Schweizer Alpen-Club (SAC). Als Natursport bietet Bergwandern große Chancen für Gesundheit, Gemeinschaft und Erlebnis. Die Empfehlungen der alpinen Vereine dienen dazu, Bergwanderungen möglichst sicher und genussvoll zu gestalten.

- **7. Regelmäßige Pausen**

Rechtzeitige Rast dient der Erholung, dem Genuss der Landschaft und der Geselligkeit. Essen und Trinken sind notwendig, um Leistungsfähigkeit und Konzentration zu erhalten. Isotonische Getränke sind ideale Durstlöscher.

- **8. Verantwortung für Kinder**

Beachte, dass Abwechslung und spielerisches Entdecken für Kinder im Vordergrund stehen! In Passagen mit Absturzrisiko kann ein Erwachsener nur ein Kind betreuen. Sehr ausgesetzte Touren, die langanhaltende Konzentration erfordern, sind für Kinder nicht geeignet.

- **9. Kleine Gruppen**

Kleine Gruppen gewährleisten Flexibilität und ermöglichen gegenseitige Hilfe. Vertraute Personen über Ziel, Route und Rückkehr informieren! In der Gruppe zusammenbleiben! Achtung Alleingänger: Bereits kleine Zwischenfälle können zu ernststen Notlagen führen.

- **10. Respekt für Bergnatur und Umwelt**

Keine Abfälle zurücklassen, Lärm vermeiden, auf den Wegen bleiben, Wild- und Weidetiere nicht beunruhigen, Pflanzen unberührt lassen und Schutzgebiete respektieren! Zur Anreise öffentliche Verkehrsmittel verwenden oder Fahrgemeinschaften bilden!

Infos in Kürze

(alle Angaben Stand März 2024)

ANREISE MIT ÖFFENTLICHEN VERKEHRSMITTELN

VON SALZBURG

- Glocknerbus von den Orten Hinterglemm, Saalbach, Zell am See, Bruck und Fusch (www.glocknerbus.at)
- Anreise mit der Bahn von München oder Wien über Salzburg zum Bahnhof Bruck oder Zell am See (www.oebb.at)

VON KÄRNTEN

- ab Heiligenblut Wanderbus Großglockner (www.kaerntner-linien.at)
- Radbus Großglockner (www.kaerntner-linien.at)
- Heiligenblut – Kaiser-Franz-Josefs-Höhe (Sommer), Linie 5108 (*siehe Busplan*, www.postbus.at, www.oebb.at)
- Anreise mit der Bahn von Südbösterreich über Villach bzw. Spittal an der Drau nach Lienz (www.oebb.at)

TAXIDIENSTE

Taxi Fleißner

Pension Edelweiß, Hadergasse 17
9844 Heiligenblut am Großglockner
Tel.: +43 664 38 36 311
E-Mail: taxi.fleissner@heiligenblut.at
www.taxi-fleissner.info

Taxi Bruck-Fusch

Tel.: +43 650 98 41 366
E-Mail: taxibruck-fusch@sbg.at
www.taxi-bruck-fusch.at

ANREISE MIT PKW

- Tauernautobahn (A10) – Abfahrt Lendorf – bei Möllbrücke ins Mölltal (B107) bis Heiligenblut – Großglockner-Hochalpenstraße (mautpflichtig) – Kaiser-Franz-Josefs-Höhe
- Felbertauernstraße (B108) – Lienz – Iselsberg (B107) – Heiligenblut – Großglockner-Hochalpenstraße (mautpflichtig) – Kaiser-Franz-Josefs-Höhe
- Brennerautobahn (A13) – Südtiroler Pustertal (E 66) – Lienz – Iselsberg (B107) – Heiligenblut – Großglockner-Hochalpenstraße (mautpflichtig) – Kaiser-Franz-Josefs-Höhe
- Zell am See (B311) – Bruck/Fusch – Großglockner-Hochalpenstraße (mautpflichtig) – Glockner-Haus – Kaiser-Franz-Josefs-Höhe

GROSSGLOCKNER HOCHALPENSTRASSEN AG

Direktion, Rainerstraße 2
5020 Salzburg
Tel.: +43 662 87 36 730
E-Mail: info@grossglockner.at
www.grossglockner.at

- **Infopoint/Kassenstelle Ferleiten**
Ferleiten 1
5672 Fusch an der Großglocknerstraße
Tel.: +43 6546 650
- **Kassenstelle Heiligenblut**
Untertauern 41
9844 Heiligenblut am Großglockner
Tel.: +43 4824 2212

NATIONALPARK HOHE TAUERN KÄRNTEN

Nationalparkverwaltung Kärnten
Döllach 14
9843 Großkirchheim
Tel.: +43 664 62 02 356
E-Mail: nationalpark@ktn.gv.at
www.hohetauern.at

WILHELM-SWAROVSKI-BEOBACHTUNGSWARTE

Auf der Kaiser-Franz-Josefs-Höhe, direkt gegenüber dem Großglockner gelegen, bietet die Wilhelm-Swarovski-Beobachtungswarte einmalige Ausblicke in das Herz des Nationalparks Hohe Tauern. Auch die bemerkenswerte, einem Bergkristall nachempfundene Architektur des Gebäudes selbst gibt ein lohnendes Fotomotiv ab. Häufig halten sich nahe der Warte auch Steinböcke und Murmeltiere auf, die man von hier aus beobachten kann.

9844 Winkl

Öffnungszeiten: 10:00 bis 16:00 Uhr

(bei geöffneter Großglockner-Hochalpenstraße)

Eintritt frei

BESUCHERZENTRUM KAISER-FRANZ-JOSEFS-HÖHE

- Infopoint und Infocenter des Nationalparks Hohe Tauern
- Breitbildmultivision über den Nationalpark in Salzburg, Kärnten und Tirol
- Ausstellung „Gletscher.Leben“ und weitere (Sonder-)Ausstellungen inklusive des 6000 Jahre alten Baumfundes
- Glockner-Kino mit Kurzfilm „Großglockner Impressionen“ von Georg Riha
- Interaktives Glockner-Panorama

www.grossglockner.at/gg/de/grossglockner/kaiserfranzjosefshoehe

HAUS DER STEINBÖCKE HEILIGENBLUT

Errichtet im Herzen der Nationalpark-Gründungsgemeinde Heiligenblut bietet das Haus der Steinböcke inklusive der Ausstellung „Der König und sein Thron“ ideale Voraussetzungen, um den Lebensraum Hochgebirge intensiv kennenzulernen.

Hof 38

9844 Heiligenblut

Tel.: +43 4825 6161

www.hausdersteinboecke.at

NATIONALPARK-TOURENPROGRAMM

Damit kann man sowohl im Sommer als auch im Winter die besten Plätze der Hohen Tauern erkunden und Spannendes über Flora, Fauna und Geologie des größten Schutzgebiets der Alpen erfahren. Nationalpark-Ranger und Rangerinnen begleiten durch die Vielfalt der einzigartigen Hochgebirgslandschaft. Informationen dazu unter <https://hohetauern.at/erlebnis>

ALPENVEREINSHÜTTEN

Glockner-Haus (2132 m)

ÖAV-Sektion Klagenfurt

Tel.: +43 4824 24666

E-Mail: office@glocknerhaus.net

www.glocknerhaus.net

Öffnungszeiten: Bewirtschaftung Mitte Mai bis Oktober (abhängig von Öffnung der Großglockner-Hochalpenstraße)

Oberwalder-Hütte (2973 m)

ÖAV-Sektion Austria

Tel.: +43 4824 2546

E-Mail: oberwalderhuette@gmx.at

www.alpenverein.at/oberwalderhuette

Öffnungszeiten: Anfang Juni bis Mitte September

EINKEHR UND UNTERKUNFT PRIVAT

Rasthaus Schöneck

Familie Suntinger

9844 Heiligenblut

Tel.: +43 650 21 29 802

E-Mail: schoeneck@gmx.at

www.gasthaus-schoeneck.at

Knappkasa

Michaela Rieger

Winkl 25

9844 Heiligenblut

Tel.: +43 664 21 32 513

Karl-Volkert-Haus

Anton Bernhardt und Cäcilia Seibald

9844 Heiligenblut

Tel.: +43 4824 2518

E-Mail: tonizuegg@aon.at

www.karl-volkert-haus.at

Restaurant Kaiser-Franz-Josef-Haus & Panoramarestaurant

Alpenhotels Großglockner Sauper GmbH

Familie Balthasar Sauper

Winkl 34

9844 Heiligenblut

Tel.: +43 4824 2512

E-Mail: alpenhotels@grossglockner.co.at

www.grossglockner.co.at

SEKTIONEN DES ÖSTERREICHISCHEN ALPENVEREINS

Sektion Klagenfurt

Völkermarkter Straße 9

9020 Klagenfurt

Tel.: +43 463 513056

E-Mail: office@alpenverein-klu.at

www.alpenverein-klu.at

Sektion Austria

Rotenturmstraße 14

1010 Wien

Tel.: +43 1 5131003

E-Mail: austria@alpenverein-austria.at

www.alpenverein-austria.at

Sektion Großkirchheim-Heiligenblut-Mörtschach

Döllach 146

9843 Großkirchheim

Tel.: +43 664 24 04 901

www.alpenverein.at/grosskirchheim-heiligenblut

WANDERKARTEN

Alpenvereinskarte Nr. 40, Großglocknergruppe, 1:25.000
(von den Autoren besonders empfohlen!)

Österreichische Karte ÖK25V-UTM, 1:25 000

BEV-Karte Nr. 3227, West, Großglockner, 1:25.000

Wanderkarte Freytag & Berndt WK 120, Großglockner
–Sonnblick–Kaprun–Zell am See, 1:50.000

KOMPASS Wanderkarte 39, Glocknergruppe,
Nationalpark Hohe Tauern, 1:50.000

BERGFÜHRER

Bergführerbüro Heiligenblut

Hof 38

9844 Heiligenblut am Großglockner

Tel.: +43 4824 27007

E-Mail: info@grossglockner-bergfuehrer.at

www.grossglockner-bergfuehrer.at

Verband der Österreichischen Berg- und Skiführer

Olympiastraße 37

6020 Innsbruck

Tel.: +43 677 628 031 00

E-Mail: office@bergfuehrer.at

www.bergfuehrer.at

SONSTIGES

Tourismusverband Heiligenblut

Hof 38

9844 Heiligenblut

Tel.: +43 824 270020

E-Mail: office@heiligenblut.at

www.heiligenblut.at

PATENSCHAFT IM NATIONALPARK HOHE TAUERN

Der Österreichische Alpenverein hat 1982 – als größter Grundbesitzer im Nationalpark Hohe Tauern – die Aktion „Patenschaft für den Nationalpark Hohe Tauern“ eingerichtet. Durch die symbolische Übernahme der Patenschaft für einen oder mehrere Quadratmeter Alpenvereinsgrund im Nationalpark kann die Entwicklung in der Nationalparkregion aktiv unterstützt werden. Mit einer Spende von (derzeit) EUR 10,- pro Quadratmeter kann man Pate oder Patin werden – oder auch für jemand anderen ein nachhaltiges Geschenk erwerben. Die Spenden fließen in den Nationalparkfonds und dienen ausschließlich der Projektumsetzung zur Stärkung der Nationalparkregionen im Nationalpark Hohe Tauern. Durch großzügige Spenden konnten in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Projekte verwirklicht werden. (Mit der Übernahme der Patenschaft wird ein rein symbolischer Wert erworben, keine wie immer gearteten Rechte am Quadratmeter).

Weitere Informationen unter bit.ly/patenschaft-öav (sowie auf Anfrage: raumplanung.naturschutz@alpenverein.at oder Tel.: +43 512 5954720)

Literatur

Copernicus (2024): Global temperatures: 2023 warmest year on record, close to 1.5°C above pre-industrial level. <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2023>

Franz H. (1943): Die Landtierwelt der mittleren Hohen Tauern. Ein Beitrag zur tiergeographischen und -soziologischen Erforschung der Alpen. Wien: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 107, 552 S.

Klemun M. (2000): „Mit Madame Sonne konferieren“. Die Großglockner-Expeditionen 1799 und 1800. Klagenfurt: Kärntner Landesarchiv, Bd. 25, Klagenfurt, 387 S.

Krainer K. (2015): Geologie. Nationalpark Hohe Tauern. Wissenschaftliche Schriften. Innsbruck: Tyrolia Verlag, 200 S.

Lieb G. K., Kellerer-Pirklbauer A. (2018): Die Pasterze, Österreichs größter Gletscher, und seine lange Messreihe in einer Ära massiven Gletscherschwundes. In: Fischer A., Patzelt G., AchRAINER M., Groß G., Lieb G. K., Kellerer-Pirklbauer A., Bendler G., Gletscher im Wandel. 125 Jahre Gletschermessdienst des Alpenvereins. Berlin: Springer Spektrum, 31–51.

Lieb G. K., Slupetzky H. (2011): Die Pasterze. Der Gletscher am Großglockner. Salzburg: Pustet Verlag, 158 S.

Nicolussi K., Patzelt G. (2001): Untersuchungen zur holozänen Gletscherentwicklung von Pasterze und Gepatschferner. In: Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie 36, 1–87.

Nicolussi K., Dusch M., Drescher-Schneider R., Kellerer-Pirklbauer A., Maussion F. (2020): Always delayed? Holocene and current evolution of Pasterze Glacier, Austria. In: EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-9317. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-9317>

Rocky Austria (2023): Geologie von Österreich. Rocky Austria aktuell. www.geologie.ac.at/rocky-austria (Zugriff: Jänner 2024)

Pohl H.-D. (2011): Die Bergnamen der Hohen Tauern. Innsbruck: OeAV-Dokumente 6, 141 S.

Schlagintweit A. u. H. (1850): Untersuchungen über eine physicalische Geographie der Alpen in ihrer Beziehung zu den Phänomenen der Gletscher, der Geologie, Meteorologie und Pflanzengeographie. Leipzig, 398 S.

Vinther B. M., Buchardt S. L., Clausen H. B., Dahl-Jensen D., Johnsen S. J., Fisher D. A., Koerner R. M., Raynaud D., Lipenkov V., Andersen K. K., Blunier T., Rasmussen S. O., Steffensen J. P., Svensson A. M. (2009): Holocene thinning of the Greenland ice sheet. In: Nature 461, 385–388. <https://doi.org/doi:10.1038/nature08355>

Glossar

A

Ablation: Abschmelzung, sekundär auch Verdunstung, von Eis und Schnee

Akkumulation: auf *Gletschern* Anhäufung von Schnee (durch festen Niederschlag, Windverfrachtung und Lawinen)

anthropogen: durch menschliches Handeln geschaffen oder beeinflusst

B

Biodiversität: biologische Vielfalt, quantifizierbar als Zahl der Arten von Pflanzen und Tieren auf einer definierten Fläche (als Merkmal und Grundlage der Funktionsfähigkeit von *Ökosystemen*)

D

Dendrochronologie: Methode zur Datierung klimageschichtlicher Ereignisse aufgrund der Auszählung von Jahrringen von Bäumen

E

edaphisch: durch den Boden bedingt

Eisstromnetz: Vergletscherungstyp, bei dem die Eismassen die Täler eines Gebirges ausfüllen und über Pässe miteinander in Verbindung stehen (nur höhere Grate und Gipfel ragen aus dem Eis)

Eiszeit(alter): Periode der Erdgeschichte mit großflächiger Vergletscherung auf der Erde, verbunden mit der Lage eines Kontinents an einem Pol (Da gegenwärtig mit der Antarktis ein Kontinent am Südpol liegt, herrscht ein Eiszeitalter, das Quartär genannt wird.)

Endemit/endemisch: Bezeichnung für Pflanzen- und Tiersippen mit räumlich eng begrenztem Vorkommen

Endmoräne (Stirnmoräne): wallförmige *Moräne*, welche am unteren Ende eines Gletschers liegt (entsteht bei einem *Gletschervorstoß* und zeigt nach dem Verschwinden des Gletschers dessen frühere Reichweite an)

Erosion: Abtragung von Gesteinsmaterial durch verschiedene Prozesse (Flüsse, Gletscher, Wind ...)

F

Firn: ein- oder mehrjähriger Schnee (wenigstens eine sommerliche Abschmelzperiode überdauernd)

G

glazial: von einem *Gletscher* geschaffen oder zu einem solchen gehörig

Glaziologie: Gletscherkunde (im engeren Sinn)

Gletscher: Masse aus sich in aktivem Zustand der Schwerkraft folgend von einem *Nährgebiet* in ein *Zehrgebiet* bewegendem, dichtem, körnigem Eis und Schnee, üblicherweise mit einer Mindestgröße von 1 Hektar (kleinere Formen: Gletscher- oder Firnflecken)

Gletscherbett: Untergrund, dem ein *Gletscher* aufliegt bzw. über den er sich hinwegbewegt

Gletscherende (Gletscherstirn): tiefstgelegener Teil des bzw. unteres Ende eines *Gletschers*

Gletscherhochstand: maximale Ausdehnung eines *Gletschers* in einem bestimmten Zeitraum (hier, wenn nicht anders angegeben, der Hochstand in der Mitte des 19. Jahrhunderts)

Gletschermessungen: Sammelbegriff für alle Methoden des *Monitorings* zur Feststellung der Änderungen der Geometrie – Länge, Fläche, Eishöhe, Bewegung – von *Gletschern* (wichtigste Organisation, die Gletschermessungen in Österreich

koordiniert und organisiert sowie die Messergebnisse sammelt und archiviert: Österreichischer Alpenverein)

Gletschermilch: von feinen mineralischen *Schwebstoffen* getriebenes Schmelzwasser von *Gletschern*

Gletschermühle: an der Gletscheroberfläche verschwindender Schmelzbach und die im Eis durch das meist senkrecht nach unten abfließende Schmelzwasser gebildete Röhre

Gletscherrückzug (Gletscherrückgang): allgemein das – in der Regel klimabedingte – Schrumpfen, spezieller eine Verringerung von Länge und Fläche eines *Gletschers*

Gletscherschliff: einerseits Prozess der Bewegung des Eises über den Untergrund (wobei das mitgeführte Gesteinsmaterial in unterschiedlichen Größen von *Schluff* bis zu Steinen durch die Auflast des Eises an den Untergrund gepresst wird und diesen dadurch regelrecht abschleift), andererseits Ergebnis des Prozesses in Form von geglätteten Felsen mit runden Oberflächen (*Rundhöcker*)

Gletscherschramme: beim *Gletscherschliff* durch Steine hervorgerufene, geradlinige Einkerbung auf Gesteinsoberflächen

Gletscherschwankung: Änderungen der Ausdehnung (Dimensionen) eines *Gletschers* über einen längeren Zeitraum

Gletscherschwund: klimabedingtes Schrumpfen von *Gletschern*

Gletscherspalten: durch Zugspannung entstandene Risse im *Gletscher*

Gletscherstirn (Gletscherende): tiefstgelegener Teil des bzw. unteres Ende eines *Gletschers*

Gletschertopf: am unteren Ende einer *Gletschermühle* durch dort rotierend bewegte Steine entstehende Vertiefung im Felsuntergrund

Gletschertor: oft höhlenartig ausgeprägte Austrittsstelle des Schmelzwasserbaches an der *Gletscherstirn*

Gletschervorfeld: Raum zwischen den *Moränen* der nacheiszeitlichen Gletscherhochstände (meist von 1850) und dem heutigen Gletscher

Gletschervorstoß: allgemein das in der Regel klimabedingte Anwachsen, spezieller eine Vergrößerung von Länge und Fläche eines *Gletschers*

Gletscherzunge: längliche Ausformung der Eismasse eines *Talgletschers*

Grundmoräne: am *Gletscherbett* transportiertes und durch die Auflast des Eises komprimiertes Gesteinsmaterial

H

Haustorien: Saugwurzeln pflanzlicher Schmarotzer

Hochstand: *Gletscherhochstand*

Holozän (Nacheiszeit, Postglazial): jüngster Abschnitt der Erdgeschichte (begannt vor rund 11.700 Jahren, dauert noch an, zeichnet sich durch Klimaverhältnisse aus, die sich im Wesentlichen innerhalb des neuzeitlichen Schwankungsbereiches bewegen)

hydrostatischer Druck: in einer Flüssigkeitssäule ausgeübter Druck

I

IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources): führende internationale Naturschutzorganisation

K

Kalkglimmerschiefer: Gestein, das aus Schlammströmen auf tiefen Ozeanböden hervorging und später durch *Metamorphose* seine heutigen Eigenschaften erhielt (gegenüber *Erosion* wenig widerstandsfähig, runde Gipfformen bildend)

Kar: steilwandig in eine Bergflanke durch *glaziale Erosion* eingeschnittene, halbkreisförmige Felswanne

Kees: im Großteil der Zillertaler Alpen und in den gesamten Hohen Tauern übliche bodenständige Bezeichnung für Gletscher

Klimawandel: langfristige Änderung der mittleren Werte wichtiger Klimaelemente (im aktuellen Klimawandel besondere Bedeutung des weltweiten Anstiegs der Temperaturen)

Klimaxstadium: theoretisches Endstadium der Entwicklung von pflanzlichen und tierischen Lebensgemeinschaften unter heutigen Klimabedingungen ohne den Einfluss des Menschen

M

Massenbilanz: für einen bestimmten Zeitraum – in der Regel ein Jahr – geltende zahlenmäßige Gegenüberstellung von *Akkumulation* und *Ablation* auf einem *Gletscher* (positive Massenbilanz: Zunahme der Eismenge, negative Massenbilanz: Abnahme der Eismenge)

Metamorphose: Gesteinsumwandlung unter hohen Temperaturen und Drucken

Monitoring/monitoren: standardisierte Dauerbeobachtung eines veränderlichen Systems (bei *Gletschern* meist in Form jährlich durchgeführter *Gletschermessungen*)

Moor: permanent unter Wassereinfluss stehendes Feuchtgebiet mit einer darauf spezialisierten niederen Vegetation über – aufgrund unvollständiger Zersetzung entstandenem – saurem, nährstoffarmem *Torf*

Moräne: einerseits im, auf und unter dem Gletscher mitbewegtes Gesteinsmaterial (bei der Ablagerung eine unregelmäßige Mischung aus feineren und gröberen Bestandteilen bildend), andererseits wallförmige Ablagerungen mit rücken- oder firstförmigem Querschnitt aus diesem Material (Je nach Lagen in Bezug auf den Gletscher unterscheidet man *End-* oder *Stirnmoränen*, *Seiten-* und *Ufermoränen*. Aus Moränenwällen kann die

Ausdehnung des Gletschers zum Zeitpunkt ihrer Ablagerung exakt rekonstruiert werden. Da Moränen aus Lockergestein bestehen, können sie an Hängen leicht abgetragen werden.)

Murgang: vor allem nach starken Niederschlägen eintretendes Ereignis des plötzlichen Talwärtsfließens von stark durchtränktem Lockergestein

N

Nacheiszeit: Holozän

Nährgebiet: höher gelegener Teil eines *Gletschers*, wo im Mittel vieler Jahre mehr Schnee eingetragen als abgeschmolzen wird (und daher ein Massenzuwachs stattfindet)

Neuzeitliche Gletscherhochstandperiode: kühle Klimaphase zwischen Wende 16./17. und Mitte 19. Jahrhundert (in der die Gletscher mehrfach eine Ausdehnung wie beim *Hochstand* um 1850 erreichten; erfolgte der *Gletschervorstoß* auf – meist almwirtschaftlich – genutzte Flächen, erwachsen aus deren Unbrauchbarkeit sozioökonomische Probleme)

Nivalstufe: höchste Höhenstufe in den Gebirgen mit weitgehend fehlender Vegetation und mit die Bildung von *Gletschern* ermöglichenden Klimabedingungen

Nunatak: gänzlich von einem *Gletscher* umschlossener Fels oder Berg

O

Obermoräne: an der Gletscheroberfläche transportiertes Gesteinsmaterial

Ökosystem: Lebensgemeinschaft von Pflanzen und Tieren inklusive ihrer wechselseitigen Bezüge und ihrer Verbundenheit mit der unbelebten Umwelt

P

Penninischer Ozean: vor rund 100 Millionen Jahren existierender Ozean (In ihm entstanden jene Gesteine, die heute die Penninischen Decken im *Tauernfenster* bilden.)

Pionierpflanzen: als erste auf vegetationsfreien Flächen Fuß fassende Pflanzen mit geringen Standortansprüchen

Postglazial: *Holozän*

Prasinit: relativ widerstandsfähiges, zackige Gipfformen bildendes Gestein (durch *Metamorphose* aus Basalten entstanden, die am Boden des einstigen *Penninischen Ozeans* austraten)

Primärsukzession: zeitliche Aufeinanderfolge von Pflanzengesellschaften bei der Besiedlung eines zuvor vegetationslosen Gebietes

Protozoen: einzellige Tiere

Q

Quartär: jüngstes Erdzeitalter, einschließlich des *Holozäns* und damit der Gegenwart (aus dem Pleistozän von 2,6–2,7 Millionen bis 11.700 Jahre vor heute und dem anschließenden *Holozän* bestehend)

R

Rohboden: Anfangsstadium der Bodenbildung

Ruhschutt: nicht (mehr) durch Abtragungsprozesse bewegter Felsschutt

Rundhöcker: vom Gletscher geformte längliche Hügel aus anstehendem Gestein, mit durch *Gletscherschliff* geglätteter bzw. durch *Gletscherschrammen* gekerbter Oberfläche

S

Sander: eine vom Gletscherschmelzwasser durch Aufschüttung des darin transportierten Gesteinsmaterials geschaffene Aufschüttungsfläche

Schluff: sehr feines mineralisches Material (feiner als Sand wird auch als Silt bezeichnet)

Schlussgesellschaft: Endstadium der *Primärsukzession* einer Lebensgemeinschaft

Schneetälchen: mulden- bis tälchenförmige Standorte mit langer Schneedeckendauer

Schwebstoff: organische oder – im Nahbereich von *Gletschern* dominierend – mineralische Partikel im Wasser

Sediment: durch verschiedene Prozesse – Wasser, Eis oder Wind – abgelagertes, lockeres Gesteinsmaterial

Seitenmoräne: am Rand vom *Gletscher* abgelagerter, meist wallförmiger Rücken

stationär(es Gletscherverhalten): allgemein Situation, wenn ein *Gletscher* von einem Jahr zum nächsten seine Größe nicht verändert; spezieller eine jährliche Längenänderung innerhalb der Wertspanne zwischen +1 und -1 Meter

Stirnmoräne (Endmoräne): wallförmige *Moräne* am unteren Ende eines Gletschers (entsteht bei einem *Gletschervorstoß* und zeigt nach dem Verschwinden des *Gletschers* dessen frühere Reichweite an)

Stromlinien: gedachte Bewegungsbahnen im *Gletscher*, entlang derer sich Eispartikel bewegen (tauchen im *Nährgebiet* in den Gletscher ein und im *Zehrgebiet* wieder auf)

subglazial: unter dem *Gletscher* liegend

T

Talgletscher: durch ein Tal fließende und eine *Gletscherzunge* ausbildende Eismasse

Tauernfenster: geologische Bezeichnung eines Teilgebietes der Zentralalpen zwischen dem Brenner im Westen und dem Katschberg im Osten (Hier treten Gesteine des Penninikums, einer im inneren Bauplan der Alpen tiefer als ihre Umgebung gelegenen Einheit, an die Oberfläche.)

Ton: mineralische Partikel (kleiner als *Schluff*)

Topographie: Gestaltung der Erdoberfläche; Beschreibung und Darstellung geographischer Örtlichkeiten

Torf: Gemenge aus sehr schwach zersetzten, abgestorbenen Pflanzenteilen aus *Mooren*

Toteis: beim *Gletscherrückzug* von der Haupteismasse abgetrennte Eisreste (kann sich, unter Schutt vor der Einstrahlung geschützt, noch längere Zeit halten)

Treibhauseffekt: Wirkung von Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid (CO₂) und anderen Gasen der Atmosphäre, die die Temperatur der Planetenoberfläche erhöhen (Treibhausgase beeinflussen den Strahlungshaushalt der Erde, indem kurzwellige Sonnenstrahlung durchgelassen, die langwellige Ausstrahlung der Erde aber absorbiert bzw. teils zum Erdboden zurückgestrahlt wird.)

Trogtal: charakteristische, im Querschnitt U-förmige, vom Gletscher geschaffene Talform

U

Ufermoräne: bei Gletscherrückgang vom Gletscher als aus Schutt aufgebauten Geländerücken zurückgelassene *Seitenmoräne* (ermöglicht die Rekonstruktion früherer Gletscher- ausdehnungen)

V

Vererzung: Ausfüllung von Gesteinsspalten durch Mineralab-sätze oder meist plattenförmige Körper (Erzgang)

Verwitterung: Lockerung und Aufbereitung von Gestein unter atmosphärischen Einflüssen (Im Hochgebirge ist die Frost-sprengung – durch häufiges Gefrieren und Tauen von Was-ser im Gestein – der wichtigste Prozess und die Bildung von Schutt die wichtigste Folge der Verwitterung.)

W

Wasserhaushalt: Bilanz aus Zufuhr (Niederschlag, Zufluss) und Abgabe (Verdunstung, Abfluss) von Wasser in einem be-stimmten Gebiet

Z

Zehrgebiet: unterer Teil eines Gletschers, wo die sommerliche *Ablation* größer ist als die *Akkumulation* von Schnee (und da-her Massenverlust stattfindet)

Nationalpark Hohe Tauern

Der Nationalpark Hohe Tauern ist eines der größten Schutzgebiete in Mitteleuropa. Auf 1856 Quadratkilometern findet sich hier die größte geschützte Naturlandschaft, umgeben von einer artenreichen Kulturlandschaft. Mitten im Herzen Europas umfasst der Nationalpark Hohe Tauern in der West-Ost-Erstreckung mehr als 100, von Norden nach Süden 40 Kilometer. Die Seehöhen liegen zwischen circa 1000 Metern in den Tälern und 3798 Metern am Gipfel des Großglockners, dem höchsten Berg Österreichs.

Bestrebungen, einen Nationalpark in den Hohen Tauern auszuweisen, gab es bereits Anfang des 20. Jahrhunderts. Durch Flächenankäufe des „Vereins Naturschutzpark“ auf Salzburger Seite und des Alpenvereins in Kärnten und Tirol wurden erste Schritte zum Schutz dieses Gebiets gesetzt. Mit der Unterzeichnung der „Heiligenbluter Vereinbarung“ konnte 1971 der Grundstein zur Verwirklichung des Nationalparks gelegt werden. 1981 wurde in Kärnten auf 195 Quadratkilometern, im Gebiet der Glockner- und Schobergruppe, inklusive Großglockner und Pasterze, der erste österreichische Nationalpark gegründet. 1984 folgten Flächen in Salzburg und 1992 in Tirol. Der bundesländerübergreifende Nationalpark Hohe Tauern war somit realisiert.

Prozessschutz

Die Weltnaturschutzunion *IUCN* (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) definiert Nationalparks als großflächige, natürliche beziehungsweise naturnahe Gebiete oder Landschaften, die zur Sicherung großräumiger ökologischer Prozesse samt ihrer typischen Arten- und Ökosystemausstattung dienen. Das heißt, hier werden ganze Ökosysteme geschützt, nicht einzelne Arten. Im Unterschied zum klassischen Artenschutz greift der Mensch beim Prozessschutz in die natürlichen Abläufe von Ökosystemen nicht (mehr) ein. Ereignisse wie Sturm und Lawinen, Muren und Felsstürze oder Schädlinge wie Borkenkäfer, aber auch die Entwicklungsphasen von Wäldern und der Gletscherrückgang sind für die Dynamik von großer Bedeutung. Lebensräume oder Teile davon werden zerstört, neue Lebensbedingungen entstehen. Prozessschutz konzentriert sich auf das Ganze, nicht auf das Einzelne und das hat in der Naturzone des Nationalparks Hohe Tauern Vorrang. Zugunsten einzelner bedrohter Arten können jedoch gezielte Maßnahmen gesetzt werden.

Impressum

Herausgeber: Sektion Großkirchheim-Heiligenblut-Mörtschach des Österreichischen Alpenvereins, Döllach 146, 9843 Großkirchheim, gemeinsam mit dem Österreichischen Alpenverein, Olympiastraße 37, 6020 Innsbruck

Autor*innen: Gerhard Karl Lieb,
Andreas Kellerer-Pirklbauer

Gastbeiträge: Susanne Gewolf,
Christian Komposch, Liliana Dagostin

Redaktion: Birgit Kantner

Coverbild: Blick vom Gletschervorfeld auf den Pasterzensee, die Pasterze und den Johannesberg (Foto: Nationalparks Austria/S. Leitner)

Layout: René Raggl, Büro Rene, Breitweg 14, 6426 Roppen

Lektorat: Michael Guggenberger

Druck: Gutenberg-Werbering Gesellschaft m.b.H.,
4020 Linz

1500 Stk./3. Auflage, aktualisiert und komplett überarbeitet, Großkirchheim/Heiligenblut/Mörtschach/Innsbruck, Juni 2024

Dieser Naturkundliche Führer wurde aus Mitteln der Aktion Nationalpark-Patenschaft des Österreichischen Alpenvereins finanziert.

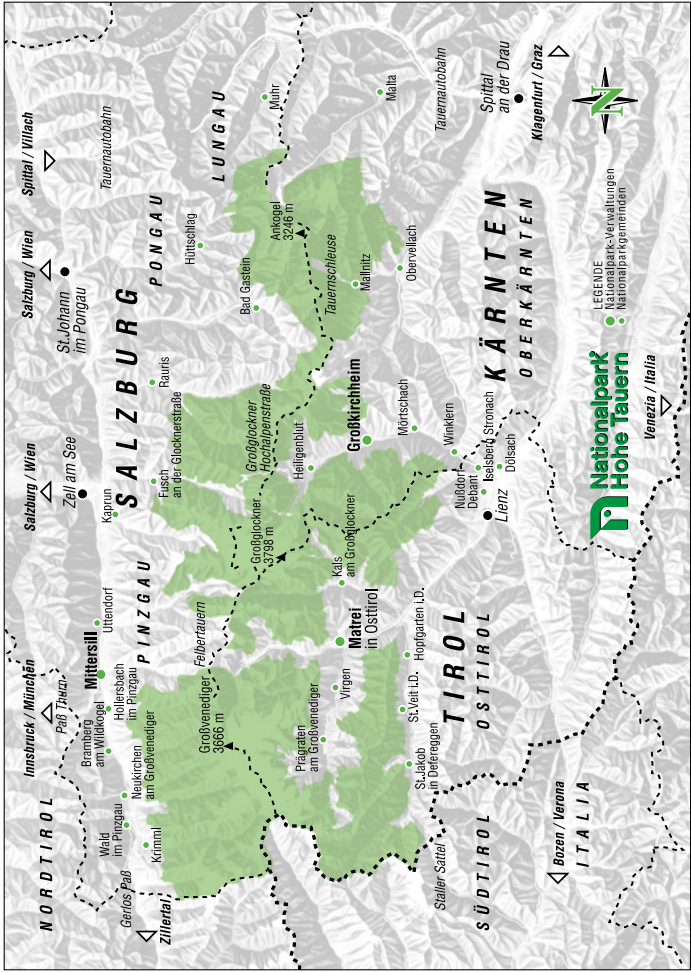


Bitte sammeln
Sie Altpapier
für das
Recycling.

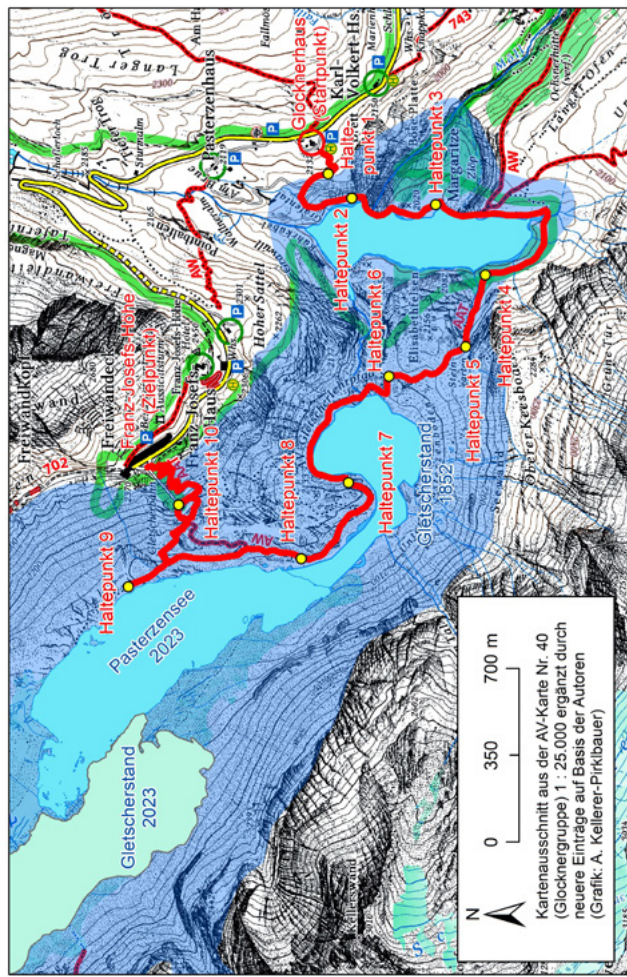
EU Ecolabel: AT/053/011



Druckprodukt mit finanziellem
Klimabeitrag
ClimatePartner.com/53401-2405-1009



Übersichtskarte des Nationalparks Hohe Tauern (Copyright: NPHT/Gruber).



Verlauf und Haltepunkte des Gletscherweges Pasterze.

