

4. Beiträge zur Topographie der Gletscher.

Von Herrn Hermann Schlagintweit und Adolph Schlagintweit.

(Im Auszuge mitgetheilt aus den Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen von Hermann Schlagintweit und Adolph Schlagintweit. Leipzig, J. A. Barth. 1850. Seite 48 bis 76.)

(Hierzu Taf. XII. und XIII.)

Die Gletscher der Alpen drängen sich meist in grösseren Gruppen in die Nähe der vorzüglichsten Erhebungen zusammen; nach ihrer Ausdehnung und der Regelmässigkeit ihrer Formen werden sie schon seit Saussure in Gletscher erster und zweiter Ordnung oder primäre und sekundäre getheilt; die allgemeinen Charaktere werden auf diese Weise entsprechend getrennt, obgleich sich in der Natur eine Reihe von Uebergängen findet. Jene Gletschergruppen, welche an den Abhängen zur Seite eines grösseren lagern, und theils Zuflüsse des letzteren, theils Gletscher zweiter Ordnung sind, werden „Seitengletscher“ genannt. Die Gletscher erster Ordnung sind wegen ihrer Ausdehnung und wegen des grösseren Maassstabes, in welchem sie alle Phänomene zeigen, vorzüglich zu speciellen Untersuchungen geeignet. Wir trachteten, in den dieser Abhandlung beigefügten Karten zugleich einen weiteren Beitrag zur speciellen Kenntniss der Hochregionen zu liefern; die erste lässt in grösserem Maassstabe die charakteristischen Verhältnisse eines einzelnen Gletschers erster Ordnung, der Pasterze, erkennen, und beschränkt sich in den seitlichen Theilen nur auf die nächsten Umgebungen. Die zweite umfasst eine ganze Gruppe von Gletschern, und zeigt so ausser manchen speciellen Formen derselben auch ihre gegenseitige Lage und die Thalbildung in den Hochregionen.*) Aehnliche Arbeiten, obgleich sie sich

*) Vergl. A. Schlagintweit in Poggendorff's Annal. der Physik Bd. LXXXI. Seite 177 – 213 und Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. Bd. II. Seite 68.

mehr auf topographische Einzelheiten beschränken müssen, dürften doch auch allgemeineres Interesse verdienen, da viele der merkwürdigen physikalischen Erscheinungen, welche man an den grossen Eismassen der Gletscher beobachtet, so innig mit ihrer Ausdehnung und ihren Formen zusammenhängen.*)

Ehe wir zu den Specialitäten der von uns untersuchten Gletscher übergehen, dürfen wir vielleicht einige allgemeine Bemerkungen über die Verbreitung und Grösse der Gletscher mittheilen. Dieselben sind nicht nur auf die Alpen beschränkt, sondern ein Phänomen, welches fast auf allen hohen Gebirgen der Erde vorkömmt; Temperatur, Feuchtigkeit und die Form der Thäler sind es vorzüglich, die ihr Auftreten bedingen. Bei weitem am verbreitetsten sind die secundären Gletscher; nur eine sehr regelmässige Thalbildung begünstigt jene ausgedehnteren Formen, welche bis jetzt in den Alpen am meisten entwickelt gefunden wurden.**)

Ausser den Alpen finden sich in Norwegen nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Leopold von Buch***), Naumann †) und Durocher ††) Gletscher erster Ord-

*) Als Winkelinstrument bei diesen Beobachtungen benutzten wir vorzugsweise das Prismenporrhometer. Vergl. Herm. Schlagintweit über Messinstrumente mit constanten Winkeln. Dingler's polyt. Journ. Bd. CXII. Heft 5, 1849. Das Princip desselben besteht darin, statt einer Reihe von beliebigen veränderlichen Winkeln einige wenige anzuwenden, deren Werth jedoch dadurch mit grösserer Genauigkeit erfahren wird, dass man jeden derselben einzeln mit einem Theodoliten untersucht. Die Winkel sind dabei so gewählt, dass sie in einem rechtwinkligen Dreiecke möglichst einfache Verhältnisse der Catheten bedingen.

***) Ihre Bezeichnungen sind in den Alpen: „Gletscher“ (Ferner und Kees in Tyrol und Kärnthen; *glacier* in den französischen, *ghiacciaia* und *tedretta* in den romanischen Theilen der Alpen); in den Pyrenäen *Serneilhes*, nur secundäre Gletscher (Charpentier's *Essai géognostique sur les Pyrénées*). Auf Island „*Jökul*“; in Norwegen *Isbräen*, wobei man durch *Snybräen* die Firnlager von denselben unterscheidet.

***)) Leopold v. Buch über die Grenzen des ewigen Schnees im Norden. Gilbert's Annalen Bd. 14.

†) Naumann Beiträge zur Kenntniss von Norwegen, gesammelt auf Wanderungen 1821 und 1822. 8°. 2 Theile. 1824.

††) *Durocher Etudes sur les glaciers du Nord et du centre de l'Europe. Annales des Mines 4me série t. 12. 1847. S. 3—143.*

nung mit allen charakteristischen Phänomenen. In Spitzbergen nehmen sie ungeachtet ihrer grossen Ausdehnung die Form von secundären Gletschern an, indem sie mehr breit als lang sind. Der grösste derselben, der Hornsund, ist an seinem Ende 11 englische Meilen breit, seine Dicke beträgt dort nach Scoresby*) 121 Meter; seine Länge ist jedenfalls weit geringer als seine Breite **). In Norwegen sind im Jústedal die ausgedehntesten Gletscher, unter denen der Lodals der bedeutendste ist; er hat aber höchstens 9 Kilometer. Der grösste ist der Aletschgletscher in den Alpen, der mit Einschluss der Firnmeere auf 20 Kilometer angegeben wird***).

Die grösste absolute Tiefe unter den Gletschern der Alpen erreicht jener von Grindelwald bei 2989 P. F. †); es ist dieses Herabsteigen jedoch eine bedeutende Ausnahme, indem das Ende grosser Gletscher zwischen 4000 bis 6000 Fuss oscillirt. Die ausgedehntesten Gletscher gruppieren sich um die grösste mittlere Erhebung des Gebirges, ohne mit einzelnen hervorragenden Bergspitzen in direktem Zusammenhange zu stehen; die Tiefe, bis zu welcher sie herabsteigen, ist unter übrigens gleichen Umständen vorzüglich durch die Thalbildung bedingt. Bei gleicher Längenentwicklung wird ihr Ende um so tiefer zu liegen kommen, je stärker das Thal geneigt ist.

*) *Scoresby an account of the arctic regions. 2 vols. 1820. vol. I. chapt. 2 S. 4; und Martins sur les glaciers du Spitzberg. Bibliothèque. univ. de Genève 1840. T. XXVIII. S. 139.*

***) Durocher S. 31.

***) Auch im Himalaya wurden in den letzten Jahren deutliche Gletscher mit Moränen u. s. w. beobachtet. *A description of the glaciers of the Pindur — and Kuphinee — rivers by Lieut. R. Strachey Beng. Ing. Jameson Journ. 44. 1848. S. 108 — 126. Unteres Ende bei 11000 engl. F. lat. 30° 20' N. gesehen Mai 1847.*

†) Nach den barometrischen Bestimmungen von G. Bischof Wärmelehre 1837 S. 113.

A. Pasterze.

Die Pasterze liegt in den Tauern, in einer von jenen grossen Gebirgsgruppen, in welche sich die Centralalpen gliedern. Sie bildet einen Theil der Umgebungen des Grossglockners (12158 P. F.), in welchen sich die grössten Erhebungen dieser Gruppe vereinigen, und nimmt dort ein schönes regelmässiges Thal ein; ihre Länge, die Grösse ihres Firnmeeres und die Regelmässigkeit ihrer Formen charakterisiren sie als einen Gletscher erster Ordnung.

Ihre geographische Positionen sind nach den Angaben der Generalstabskarte:

von $47^{\circ} 4,4'$ bis $47^{\circ} 7,5'$ NB.

von $30^{\circ} 19,8'$ bis $30^{\circ} 26,4'$ OL. von Ferro.

Richtung ihrer Mittellinie: $S 40^{\circ} O$.

Die Triangulation der Pasterze führten wir im August und September 1848 aus. Wir bewohnten dabei die Johannahütte, welche auf Befehl seiner kaiserlichen Hoheit des Erzherzoges Johann von Oesterreich im Jahre 1833 am Ufer der Pasterze erbaut wurde. Durch die günstige Lage derselben fast in der Mitte des Gletschers wurden unsere Untersuchungen wesentlich gefördert; wir fühlen uns gedrungen, S. kais. Hoheit unseren innigsten Dank dafür auszusprechen.

Da es ohne Interesse wäre, das ganze Netz unserer Dreiecke hier wiederzugeben, so begnügen wir uns, als Resultate die horizontalen Entfernungen der wichtigsten Theile aufzuführen. Sie sind auch auf der Karte angegeben; es ist daher die dort gebrauchte abgekürzte Bezeichnung in Spalte 2 beigelegt.

Alle Längen- und Querdimensionen sind auf die horizontale Ebene reducirt. Die Meter sind direkt aus den Messungen erhalten, die Pariser Fuss durch Reduktion gefunden. Ein Kilometer = 1000 Meter = 3078,43 P. F.

I. Querdimensionen.

		Meter.	P. F.
Kastenbergr bis zur Hohen Docke ; grösste Breite des Firnmeeres.	—	4110	12650
Linie A zwischen den zwei Burgställen.	A	806	2480
Entfernung des Pfahles a' vom linken Ufer. (Alle Entfernungen beziehen sich auf das linke Ufer.)	a'	60	185
Entfernung des Blockes a ² . . .	a ²	169	520
Entfernung der höchsten Stelle des Zuflusses III.	—	330	1016
Entfernung der Firnmoräne . . .	—	486	1496
Entfernung der höchsten Stelle des Zuflusses IV.	—	624	1921
Entfernung der Gruppe der Glet- scherbäche.	—	672	2069
Linie B von der Johannishütte bis zum Felsen zwischen den Seitengletschern No. 5 und 6.	B	1201	3797
Breite der Seitenmoräne bei der Johannishütte.	—	76	234
Entfernung des Pfahles b ¹	b ¹	79	243
Entfernung des Pfahles b ²	b ²	178	548
Entfernung des Pfahles b ³	b ³	203	625
Entfernung der gemessenen se- cundären Erhöhungen.	—	298	917
Entfernung der höchsten Stelle des Zuflusses III. = Entfernung des Pfahles b ⁴	b ⁴	498	1533
Entfernung der Firnmoräne = Entfernung des Pfahles b ⁵ . . .	b ⁵	630	1939
Entfernung der Moräne KB ³ = Entfernung des Blockes b ⁶ . . .	b ⁶	786	2420
Entfernung des Blockes b ⁷	b ⁷	823	2534

Linie C, grösste Breite des		Meter.	P. F.	
Unteren Bodens.	C	1045	3217	
{ Entfernung des Blockes c'. . .	c'	170	523	
	Entfernung des Pfahles c ² . . .	c ²	412	1268
		Entfernung der Firnmoräne . . .	—	694
Breite der rechten Seitenmoräne .	—	245	754	

II. Längendimensionen.

Von der Burgstalllinie (A) bis zur Hohen Riffel; grösste Länge des Firnmeeres.	AR.	4032	12412
Von der Johannishütte bis zum Grossen Burgstall.	IHgB.	1843	5674
Von der Johannishütte bis zum Hohen Sattel, linke Seite des Gletschers.	IHhS.	1388	4273
Länge des Gletschers vom Austritt aus dem Firnmeere bis zur Margaritze.	—	5410	16654
Grösste Länge mit Einschluss des Firnmeeres.	—	9400	28937

III. Absolute Höhen

(barometrisch bestimmt).

Firnmeer der Pasterze an den Todtenlöchern.	—	3358,9	10340,2
{ Moräne am kleinen Burgstall Linie A.	—	2688,3	8275,9
	Höchste Stelle des Zuflusses III. Linie A.	—	2723,1
Moräne am grossen Burgstall Linie A.	—	2675,5	8236,4
{ Gletschermühle bei der Johannishütte, Linie B. Anfang auf der linken Seite.	—	2419,3	7447,6
	Höchste Stelle der Linie B. . .	—	2458,7
{ Ende der Linie B. am rechten Ufer.	—	2435,7	7498,2

	Meter.	P. F.
Höhe des Gletschers vor dem Absturze, linkes Ufer.	— 2376,8	7316,7
Eintritt des Pfandelbaches unter die Pasterze. Anfang der Linie C.	— 2026,4	6238,3
Höchste Stelle der Linie C.	— 2242,6	6903,8
Gletschersee am grünen Thor, Ufer, Ende der Linie C.	— 2179,8	6710,3
Höhe des Gletschers an der Margaritze*).	— 1956,5	6023,1

IV. Neigungen.

Aus der Combination der Längendimensionen mit den Höhen ergeben sich für die Pasterze folgende Neigungen:**)

Von den Todtenlöchern bis zum Ende des Firnmeeres über dem Abbruche	8° 30'
Linie A bis zur Linie B	8° 0'
Linie B bis zum Rande des Abbruches am Höhen Sattel	2° 15'

Die Neigung des Unteren Bodens ist zu wechselnd, als dass eine Berechnung derselben aus Höhenunterschieden von Werth sein könnte. Unmittelbar am Abbruch ist sie noch sehr stark; fällt dann bis auf 5°, wächst aber sehr schnell mit dem Ausgange; die beiden End-Abdachungen (*talus terminal*) des Gletschers links und rechts von der Margaritze haben Stellen von 50° Neigung.

B. Gletscher des Oetzthales.

Die zweite Gletschergruppe, von welcher wir hier einige Details mittheilen dürften, ist die der Oetzthaler Gletscher; sie ist die nächste von den Tauern in westlicher Richtung. Die Ausläufer beider Gruppen werden durch die tiefe Einsattelung des Brenner wesentlich getrennt; die Oetzthaler

*) Die beiden Gletscherthore links und rechts von diesem Felsen liegen noch etwas tiefer.

***) Höhendifferenz dividirt durch die horizontale Entfernung = Tangente der entsprechenden Winkel.

Gruppe selbst ist von den tiefen Längenthälern des Inn, der Etsch und der Eisack umgrenzt. Das Terrain der Hauptgletscher ist ein viel beschränkteres; sie gruppieren sich um die grössten Erhebungen, die Wildspitze, Weisskugel, den Similaun und Finail; das Gebiet unserer Untersuchungen war (von Osten nach Westen gehend) umgrenzt vom Passe Timbls, der Granatenspitze, dem Hohen Wilden, Similaun, Finail, der Quellspitze, Weisskugel und Wildspitze. Fast alle Gletscher liegen auf der Nordseite, da diese Gruppe nach Süden so steil abfällt und so wenige oder doch so kleine Mulden bildet, dass nur einige Gletscher der zweiten Ordnung dort entstehen konnten. Dasselbe kann von seiner südöstlichen Grenze gelten. Nur im Westen treten gegen das Kaunzen- und Pitzthal einige nicht unbedeutende Gletscher auf, die wir jedoch ihrer entfernten Lage wegen nicht besuchten.

Die folgenden Längendimensionen sind auf die horizontale Ebene reducirt. Die Schwierigkeiten beim Uebergange vieler Gletscher, und der eigenthümliche Nimbus des Grossartigen und Furchtbaren, welchen sie für die Bewohner der Alpen haben, bewirken, dass Angaben über ihre Länge und Grösse oft übertrieben sind, wenn man sie auf die wirklichen Dimensionen, seltener, wenn man sie auf die erforderliche Zeit des Ueberganges bezieht.

Längen- und Querdimensionen *).

Gurglerthal.

		Meter.	P. Fuss.
Langthalgletscher.	g. L. (grösste Länge mit Einschluss des Firameeres.)	4810	14807
Grosser Oetzthaler (Gurgler) Gletscher.	g. L.	8820	27152

*) Die Höhenbestimmungen konnten hier nicht sämmtlich angeführt werden, sie sind auf der Karte eingetragen.

Venter Thal.

		Meter.	F. Fuss.
Niederjoch.	g. L.	2791	8592
Hochjoch.	g. L.	5320	16377
Hintereis.	—	—	—
a. Hauptgletscher.	g. L.	8260	25428
b. Linker Zufluss von den Kesselwänden.	g. L.	5431	16719
Entfernung des Blockes a' vom linken Ufer.	—	241	742
Entfernung des Blockes a' vom Gletscherthore.	—	2219	6831
Entfernung der Linie B vom Gletscherthore.	—	638	1964
Entfernung des Blockes b' vom linken Ufer.	—	472	1453
Vernagt.	g. L.	5610	17220
Entfernung seines früheren Endes von der Zwerchwand.	—	—	5000 Fuss nach der Karte des Generalstabes.
Entfernung der Station A von der Zwerchwand.	—	840	2586
Entfernung des Pfahles a' vom linken Ufer.	—	71	219
Entfernung des Pfahles a ² vom linken Ufer.	—	229	705
Entfernung der Station B von der Zwerchwand.	—	483	1487
Breite der Station B.	—	996	3066
Entfernung des Pfahles b' vom linken Ufer.	—	95	292
Entfernung des Pfahles b ² an der höchsten Stelle des Gletschers vom linken Ufer.	—	392	1207
Entfernung des Pfahles b ³ vom linken Ufer (auf den Ausläufern der rechten Seitenmoräne).	—	801	2466

Zuflüsse und Moränen. In jedem grösseren Gletscher sind mehrere Zuflüsse zu einem Ganzen vereinigt; sie verändern dabei die ursprüngliche Schnelligkeit ihrer Bewegung. Wenn sie auch, der eine früher, der andere später verschwinden, je nach der Mächtigkeit der dazugehörigen Firnmulden, so behalten sie doch unter mannigfachen Veränderungen noch immer den individuellen Typus ihrer Ogiven und sind durch wohl markirte Linien bis zu ihrem Verschwinden getrennt. Selbst die kleineren Gletscher sind nicht frei von Zusammensetzung.

Ein ganz einfacher Gletscher würde eine Firnmulde von solcher Regelmässigkeit verlangen, wie dieselbe in den Thälern der Alpen nie vorkömmt. Sobald aber grössere Unregelmässigkeiten der Unterlage, besonders einzelne Kämme, auftreten, so kann der Gletscher sein Firnkahr nicht mehr als einfacher verlassen. Es wird zwar eine Partie, etwa jene der Mitte, die bedeutend grössere bleiben; allein längs der Seiten werden doch kleinere Theile als selbstständige Zuflüsse sich geltend machen, die besonders dann deutlich unterschieden werden können, wenn sie durch jene langen Steinlinien getrennt sind, die man als „Moränen“ kennt. Allerdings sind diese in den meisten Fällen die Begleiter der einzelnen Zuflüsse, vorzüglich deswegen, weil die grösseren Unterabtheilungen der Mulden gewöhnlich durch Felsenkämme gebildet werden, die mächtig genug sind, über die Firn- und Gletschermassen hervorzutreten und so die Bedingungen zur Moränenbildung zu bieten. Allein nothwendig ist dieses Verhältniss keineswegs; wir finden gerade bei der Pasterze eines der schönsten Beispiele für die Ausnahme.

Ehe wir jedoch auf Einzelheiten eingehen, ist noch zu erwähnen, was man unter dem Aufhören eines Zuflusses zu verstehen habe, oder, was dasselbe ist, wie man sich erklären könne, dass so viele Mittelmoränen zu Seitenmoränen werden. Es ist dabei am vortheilhaftesten sich einen Zufluss isolirt zu denken. Die Länge eines Gletschers hängt wesentlich von der Grösse seines Firnmeeres ab. Der schmale

Zufluss aus einer kleinen Mulde wird demnach ungleich kürzer werden müssen als der aus einer grösseren; während der letztere ein integrierender Theil des Gletschers bleibt, verschwindet jener schon lange vor dem Aufhören des ganzen Gletschers. An seine Stelle, die jetzt frei ist, treten die Eismassen des grösseren Nachbars ebenso, wie sie die Sinuositäten des Thales im Allgemeinen ausfüllen; die Moräne, welche anfangs zwischen beiden gelegen hatte, wird jetzt durch die seitliche Ausbreitung der übrigen Eismasse zur Randmoräne. Es ist daher nicht gleichgültig, auf welchem Theile eines Gletschers wir die Zahl der Zuflüsse untersuchen wollen; viele erstrecken sich auf sehr kurze Entfernungen vom Firnmeere; nur an der Firngrenze unmittelbar beginnend, können wir die Zuflüsse mit Sicherheit zählen.

Die Kenntniss dieser Verhältnisse ist nicht nur für die Charakteristik eines einzelnen Gletschers wichtig, sondern die Formen des ersten Auftretens und die kurze Entwicklung einzelner Zuflüsse ist für das Studium der Gletscher auch von allgemeinem Werthe, insofern sie uns Aufschlüsse über die Bedingungen der Gletscherbildung gewähren. Wir suchten daher auch im Einzelnen auf der Pasterze die zahlreichen Zuflüsse und Moränen zu unterscheiden.

Die Pasterze besteht aus zwei wesentlichen Gruppen, die sich bis an das Ende derselben erhalten und selbst über den „Absturz“ hinab noch deutlich getrennt sind. Sie kommen rechts und links vom Johannisberge, neben den beiden Burgställen herab, der eine aus den Todtenlöchern, der andere von der Hohen Docke; sie sind mit III und IV bezeichnet. Man könnte vielleicht erwarten, eine schöne grosse Moräne würde diese beiden Gruppen trennen und sie schon von weitem deutlich charakterisiren. Allein dies ist hier nicht der Fall; die erste grosse Moräne von der Johannis- hütte gegen den Grossglockner tritt weit jenseits dieser Stelle auf; und selbst bei aller Aufmerksamkeit findet man bis zu der eben genannten Moräne keine Steine, die früher eine Moräne vertreten könnten. Allein ist die Stelle erreicht,

wo sie liegen sollte, so bemerkt man eine Vertiefung, die als schmale Linie über den ganzen Gletscher gezogen scheint. Wir kannten im Anfange ihre Bedeutung nicht, und suchten den Grund dafür in irgend einer Verschiedenheit des Eises. Diese war auch zur Genüge vorhanden; wir standen nämlich auf einem Firne, der sich in nichts von jenem der Firnmeere unterschied. Am oberen Ende des Gletschers waren diese Massen sehr breit, 40 Meter und darüber, auch zeigten sie dort sehr häufig grosse Höhlen und Längenspalten; die letzteren waren sehr tief, aber wurden nach unten zugleich sehr enge. So weit wir unsere Messschnüre hinablassen konnten, an manchen Stellen bis 50 Meter, fanden wir an den Wachsüberzügen des Senkbleies nur die Eindrücke der Firnkörner; sehr oft wurden auf diese Weise auch einzelne derselben aus der Tiefe heraufgeholt; aber es kamen keine Theilchen von Felsen oder Schlamm zu Tage, die sich auf der Unterlage der Gletscher doch überall reichlich finden müssten. Querspalten hatte dieses Firnband nicht; auch die Längenspalten verloren sich schon wenige 100 Meter unter den Burgställen. Wir konnten (August 1846) auf dieser Furche als dem ebensten und am meisten spaltenfreien Theile des Gletschers von der Linie A bis zum Rande des Hohen Sattels vordringen ohne auf irgend ein Hinderniss zu stossen, während wir dabei an Stellen der seitlichen Theile vorüber kamen, die durch ihre Zerrissenheit jedes Vordringen vom Ufer auf diesem Punkt in der Querlinie unmöglich gemacht hätten. Dabei bemerkten wir, dass diese Firnmasse von oben nach unten immer schmaler wurde, dass von Zeit zu Zeit Aeste sich trennten, die zwar anfangs fast parallel mit dem ursprünglichen Zuge liefen, später aber in kleinen Curven sich nach den Ufern hinwandten und allmählig, immer dünner werdend, verschwanden.

Als wir später (1848) vom Grossglockner aus den ganzen Gletscher mit jenen hyperbolischen Linien, den Ogiven, bedeckt fanden, überzeugten wir uns auch, dass dieses Firnband nichts anderes sein könne als die Trennungslinie von

zwei mächtigen Zuflüssen, denn zu beiden Seiten derselben zeigte sich ein sehr ausgesprochenes System von gesonderten Ogiven. Hier hatten wir auch Gelegenheit den Verlauf dieser Firnmassen, die wir zum Unterschiede von anderen, als Firnmoräne bezeichnen können, von ihrem Ursprunge bis zum Ende zu verfolgen. Sie wurde selbst durch die jähe Senkung am Hohen Sattel nicht zerstört und zeigte sich am Unteren Boden ganz deutlich wieder. Sie lässt sich dort ohne Schwierigkeit erkennen sowohl an ihrem Gefüge, als daran, dass sie constant die tiefste Stelle der Mitte bildet. Jedoch sind die seitlichen Ausläufer sehr gross, und fast rechtwinklig auf der Länginachse; daher verliert sie ungemein an Mächtigkeit; die letzten Theile des Eises auf der Margaritze scheint sie nicht mehr zu erreichen. Ein sehr schöner Ueberblick gerade des Unteren Bodens von der Rachen und dem Wasserradkopfe aus bestätigte dies vollkommen.

Von wesentlichem Einflusse auf die Beurtheilung ihrer Entstehung ist es, dass die beiden Zuflüsse, ehe sie zusammentreten, von einer Terrasse herabsteigen; dazu kömmt noch, dass sich in der tiefen Mulde vom Johannisberge ein Felsenkamm unter dem Niveau des Firnes herabzieht, der sich an Querlinien über die oberen Theile des Firnmeeres ganz entschieden durch die Erhöhung desselben bemerken lässt. Für die Existenz dieses Kammes spricht überdies die Analogie. Denn in Mulden, die weniger tief von Firn bedeckt sind, sieht man, dass regelmässig solche Felsenlinien sie durchziehen, wenn an ihrem Ende so bedeutende Erhebungen, wie hier der Johannisberg, auftreten. Es ist also offenbar eine entschiedene Trennung der Firnmeere vorhanden, wenn auch ihre obersten Lagen sich zusammenhängend auszubreiten scheinen. Es bilden sich daher in der Tiefe zwei getrennte Gletscher mit zwei gesonderten Systemen von Bändern, die sich bei ihrem Austreten aus dem Firnmeere und bei dem Auskeilen des Kammes berühren. Da aber die Felsen auch dort noch von einigen Firnschichten bedeckt

sind, können sich keine Steine loslösen und so zur Bildung einer Moräne beitragen. Soll nun die Scheidung dieser zwei Gletschersysteme von solchen Zufälligkeiten abhängen, da ja die Moräne ohnehin nur eine oberflächliche Trennung ist? Dass in einem solchen Falle eine Verschiedenheit in den Ogiven beide Zuflüsse deutlich charakterisiren muss, wird man leicht einsehen. Allein im vorliegenden Falle sind sie auch noch durch ein deutliches Firnband getrennt.

Das Folgende dürfte vielleicht als Versuch einer Erklärung betrachtet werden.

Wenn zwei Gletscherzuflüsse, die nicht mehr von Firn überlagert sind, durch einen Kamm getrennt, allmählich sich nähern, so erfolgt ihr Zusammenstoss nicht ganz unmittelbar am Ende des Felsens, sondern es bleibt zwischen diesem und dem Vereinigungspunkte der Gletscher ein Zwischenraum, der bei grosser Breite des trennenden Felsens manchmal sehr deutlich werden kann, in vielen Fällen aber nur unbedeutend ist. Diese Lücke ist z. B. sehr bedeutend entwickelt an dem fast rechtwinkligen Zusammentreffen des Hintereis- und Kesselwandgletschers; weit kleiner ist sie am Zusammenflusse des Stock- und Marcellgletschers. Denke man sich nun dieselben Verhältnisse für den Fall wiederholt, dass das Ende des Felsens noch hinter der Firnlinie liegt, und so niedrig ist, dass es von dem Firne bedeckt wird. Wenn in diesem Falle die beiden Gletscher unter dem Firne zusammenstossen, so lassen sie ebenfalls eine Lücke, aber diese ist jetzt nicht leer, sondern mit Firn gefüllt. Der letztere wird zwischen den beiden Eismassen eingeklemmt und über den ganzen Gletscher hingezogen. Diese Firnmasse müsste aber bald erschöpft sein, wenn nicht der ganze Verlauf unter einer allgemeinen Firndecke vor sich ginge. Es stürzen so in diese Lücke von oben stets neue Massen nach. An der Pasterze finden sich an der entsprechenden Stelle über der Burgstallterrasse bedeutende Furchungen und Verwerfungen der Firnschichten.

Es ist auffallend, dass der Firn auf dem langen Wege

durch die Pasterze nicht in Eis übergeht. Allein man muss sich die Lage dieses Firnes so denken, dass er eingekeilt ist und nicht bis auf den Boden hinabreicht, also sein Schmelzwasser ihn durchsickert und dann wie das Gletscherwasser abfließt, während es im Firnmeere die untersten Schichten durchtränkt, und dadurch sehr wesentlich zu seiner Metamorphose in Gletschereis beiträgt.

Das Auftreten einer Firnmoräne gehört der Pasterze keineswegs ausschliesslich an. Es befindet sich eine ähnliche, wenn auch kleinere Firnmoräne auf dem Leitergletscher, und sehr viele schön entwickelte am Vernagt. Wir erinnern uns nicht, dass dieses Phänomen schon früher beobachtet wurde. Die meisten Gletscher, die aus zwei Hauptzuflüssen bestehen, haben eine Mittelmoräne im gewöhnlichen Sinne. So der Aargletscher, das Mer de Glace u. s. w. Auch wir können die Fälle mit grossen Firnmoränen nur zu den Ausnahmen zählen, während am Hochjoch, am Hintereise, am Niederjoch, am Marcell- und Vermontgletscher u. s. w. immer Steinmoränen als Trennungslinien auftreten. Nur ganz in der Nähe der Firnlinie sahen wir sie noch einige Male, aber sehr klein. Sie beweisen stets eine grosse Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung eines Gletschers und die Selbstständigkeit einzelner Zuflüsse.

Die gewöhnlichen Moränen, von Steinlinien gebildet, entstehen an ihren ersten Anfängen durch einzelne Felsentrümmer, welche bei der Verwitterung auf den Gletscher herabfallen. Sie sind dort oft noch sehr wenig zusammenhängend, sammeln sich jedoch später vorzüglich dann zu hohen Schuttwällen an, wenn der Gletscher durch Hindernisse der Unterlage oder durch Breiterwerden wegen veränderter Thalform gezwungen wird, sich langsamer zu bewegen oder die gradlinige Fortsetzung seines Laufes mit einer mehr seitlichen Richtung zu vertauschen. —

Ein Zusammenfassen der Zuflüsse und Moränen auf dem Pasterzengletscher ergibt: links von der Firnmoräne neun verschiedene Moränen, auf der rechten Seite vierzehn. Diese

vereinigen sich zu zusammengesetzten Mittel- und Seitenmoränen. Auf der Linie A sind wegen der starken Neigung der Zuflüsse noch keine deutlichen Seitenmoränen am Hauptgletscher ausgebildet. Eine ganz andere wird die Zahl und Vertheilung auf der Linie B, wo bei der gleichmässigen Neigung des Gletschers zwei bedeutende Seitenmoränen und mehrere Mittelmoränen auftreten.

Die Zahl der Zuflüsse ist natürlich geringer als jene der Moränen; theils weil oft ein Seitengletscher mehrere derselben bringt, theils, weil einzelne Felsen, z. B. die beiden Burgställe, ebenfalls mehrere Moränen veranlassen können. Bei den Zuflüssen ist auch die Länge angegeben, wobei jedoch der Ausgangspunkt der Messungen nicht der Austritt aus den betreffenden Firnmeeren, sondern jene Stelle ist, an welcher der Zufluss in das Thal der Pasterze eintritt.

No.	N a m e.	Länge in Metern.
I.	Zufluss von den Wasserfällen. . . .	1000
II.	Zufluss des Hohen Burgstalles. . . .	700
III.	Zufluss der Hohen Docke.	5410
IV.	Zufluss der Todtenlöcher.	5360
V.	Erster Zufluss vom Kleinen Burgstall.	1310
VI.	Zweiter Zufluss vom Kleinen Burgstall.	3000
VII.	Zufluss des Inneren Glocknerkahres.	3300
VIII.	Erster Zufluss des Aeusseren Glocknerkahres.	VIII. u. IX. sind sehr schmal u. werden bald von Moränenschutt so bedeckt, dass ihre Gränze nicht zu entdecken ist.
IX.	Zweiter Zufluss des Aeusseren Glocknerkahres.	

III. und IV. sind von der Firnlinie an gerechnet, die übrigen von ihrem Eintritte in das Thal des gemeinschaftlichen Gletschers; die Angaben sind in runden Zahlen.

Am Untern Boden kommen keine neuen Zuflüsse hinzu. Die Firnmoräne bleibt deutlich bis nahe an die Margaritze, und die beiden Zuflüsse, der von den Todtenlöchern und je-

ner der Hohen Docks, erhalten sich so bis zum Ende des Gletschers. Die übrigen Moränen wurden schon vor dem Absturze alle zu Seitenmoränen. Diese jähe Senkung bringt viele Veränderungen hervor. Die Moräne der linken Seite, welche die schwächere ist, verschwindet in den Spalten des Abbruches; an mehreren Stellen des Ufers schmiegt sich das Eis nicht genau an das feste Gestein an, es entstehen dadurch Lücken, in welche grosse Theile der Moräne hinabstürzen und so von der Oberfläche verschwinden. Es bleibt bis zu jenem Punkte, wo der Gletscher sich zum Pfandelbache herabsenkt, nur Sand und kleineres Gerölle übrig, welches stellenweise sehr weit in den Gletscher hineinreicht.

Vom Pfandelthale abwärts tritt wieder eine stärkere Seitenmoräne auf, die von den Felsen in der unmittelbaren Nähe ihr Material empfängt; von den oberen Chloritschiefern des Burgstalles und der Freiwand enthält sie nichts mehr.

Auf der rechten Seite ist die Moräne weit grösser; sie erhält sich und fördert grosse Massen von Sand und Gerölle in den See; Chloritschiefer ist aus den oberen Theilen noch in grosser Menge vorhanden. Sie bedeckt einen der spaltenreichsten Theile des Gletschers, und ist ein Beispiel dafür, dass auch Moränen von Spalten durchzogen sein können, während ihre grosse Continuität an manchen andern Stellen zu der Meinung veranlassen konnte, dass eine Spalte nie eine Moräne durchsetze. Die feineren Theile überziehen auch die Abhänge; sie bilden stellenweise Schuttanhäufungen von 4 bis 5 Fuss Tiefe, und verbreiten über das ganze Eis eine dunkle Farbe. Bei der geringen Breite der Eiskämme und Nadeln, auf welchen manche Blöcke liegen, ist es oft möglich grosse Massen mit Leichtigkeit in die Tiefe zu schleudern; sie stossen in den engen Spalten unzählige Male gegen die Wände, und keilen sich mit donnerartigem Getöse in der Tiefe fest. Dies Hinabfallen geschieht sehr häufig durch das Abschmelzen der Spaltenränder von selbst. Man hört dann in der Nähe des Gletschers dieses wilde Lärmen, was sehr gut mit dem allgemeinen Charakter der Zertrüm-

merung übereinstimmt, der hier den zerrissenen Gletscher auszeichnet.

Oggleich die Hauptrichtung der Moräne in den See führt, so erreichen doch einige Theile derselben auch das letzte Ende des Gletschers auf dieser Seite; es werden ihr von den nächsten Felsen (des Langofen) einige neue Blöcke zugeführt. Da der Gletscher rechts und links von der Margaritze steil in ein tief eingeschnittenes Thal endet, dessen Sohle der Bach vollständig einnimmt, so können sich keine Endmoränen anhäufen. Nur an der Mitte des Gletschers, an seinem Ausgange auf dem Rücken der Margaritze hat sich ein Schuttwall gebildet, der zunächst dadurch entsteht, dass das Eis bei seinen Oscillationen Geröll und Rasen vor sich aufwirft. Wenn man zu einem der beiden Gletschertore in die enge Schlucht hinabsteigt, so sieht man sehr deutlich den Weg, den die Moränenmassen nehmen, welche früher in den Gletscherspalten verschwunden waren. Sie gelangen auf die Unterlage des Bodens und werden durch die Kraft des Baches oft in grössern Massen herausgewälzt.

Resultate.

1) Die Bildung der Gletscher ist eine ganz allgemeine Erscheinung in grossen Gebirgen; sie ist nicht nur durch Temperatur und Feuchtigkeit, sondern auch durch die Thalbildung wesentlich bedingt.

2) Die geringste mittlere Neigung eines Gletschers ist 3° ; 5° bis 7° ist die Neigung an Gletschern erster Ordnung von ihrem unteren bis zum oberen Ende mit Einschluss der Firnmeere.

3) In einem Hochalpenthale, das von einem Gletscher erfüllt ist, lässt sich Folgendes unterscheiden: der eigentliche Gletscher — festes Eis; die ausgedehnten weiten Firnmeere — körniger Schnee. Beide sind wenig geneigt und hängen innig zusammen. Die Wände der umgebenden Berge sind von Hocheis und Hörnerschnee bedeckt, die vom Firnmeere durch tiefe kreisförmige Spalte (Bergschründe, *Rimayes*) wesentlich getrennt sind.

4) Jeder Gletscher ist aus mehreren Zuflüssen zusammengesetzt, die entweder durch oberflächliche Steinbedeckungen, Steinmoränen, oder durch eingelagerte langgezogene Firnmassen, Firnmoränen, getrennt sind.

Erläuterungen zu den beiden Karten (Taf. XII. und XIII.)

Die Dimensionen der Gletscher verändern sich bisweilen in einzelnen Jahren sehr bedeutend. Für die Karte des Pasterzengletschers sind sie nach dem Stande im Jahre 1848, für das Oetzthal nach jenem von 1847 dargestellt. Die wichtigsten Längen- und Querdimensionen sind S. 366 und S. 369 angeführt. Für die Längendimensionen wurden auch die grösseren Krümmungen der Mittellinie des Gletschers berücksichtigt. In der Nähe des oberen Endes der Firnmeere befinden sich nicht selten noch bedeutende Berge; ihre ebenfalls schneebedeckten Abhänge sind jedoch durch breite Bergschrüden von dem Firnmeere selbst getrennt, und durch die stärkere Neigung auch orographisch von demselben unterschieden; man kann natürlich diese oft ziemlich ausgedehnten Abhänge nicht mehr zu den Längendimensionen der betreffenden Gletscher und ihrer Firnmeere hinzurechnen. Die angegebenen Gletscherspalten bezeichnen im Allgemeinen grössere Gruppen und das zahlreichere Auftreten, da die einzelnen gewöhnlich zu klein sind um speciell angezeigt zu werden. Von den Moränen sind in der Gruppe des Oetzthales nur die wichtigsten eingetragen; am Pasterzengletscher suchten wir jedoch auch die erste Entstehung der einzelnen kleineren Theile darzustellen. Sie werden in ihren Anfängen nur von mehreren sehr zerstreuten Trümmeranhäufungen gebildet, welche nicht selten manchen Zufälligkeiten unterliegen.

Bei der Karte der Pasterze (Verhältniss 1:14400) wurde der Gletscher von uns neu vermessen; wir verglichen jedoch, besonders für die Darstellung der Ufer, die Karten des k. k. österreichischen Generalstabes; nämlich jene von Salzburg aufgenommen 1806 bis 1807, gezeichnet 1810, und jene von Illyrien und Steiermark, 1834 ($\frac{1}{10}$ unseres Maassstabes) und theilweise auch Wörl's Karte von Mitteleuropa, Blatt Lienz. Es ist auf unserer Tafel nur der eigentliche Gletscher mit Ausschluss der Firnmeere enthalten, da die letzteren nur wenig interessante Details bieten. Durch einen blauen Ton suchten wir auf beiden Tafeln die Neigung der Firn- und Eismassen darzustellen; dieselbe wird oft sehr bedeutend, z. B. an der oberen Begrenzung der Firnmeere, oder wenn der Gletscher über jähe Senkungen der Thalsohle herabsteigt, wie es am „Absturze der Pasterze“ der Fall ist. An den seitlichen Rändern sind die nächsten Umgebungen und Abhänge ebenfalls nicht bis zu den Kämmen und Gipfeln fortgeführt; die Namen der letzteren wurden jedoch der Uebersicht wegen am Bande beigefügt. Die Grösse der schneefreien Theile der Felsen und Abhänge ist theilweise von der Schneemenge und der Temperatur einzelner Jahre bedingt, da sie schon in der Nähe der Schneegrenze sich befinden. Auch der Gletscher selbst zeigt an manchen Stellen in der Nähe der Ufer Oscillationen, besonders wenn dort seine Dicke nicht sehr

bedeutend ist. Am Brettbühl z. B. liessen einige Moränen aus früheren Jahren eine etwas grössere Breite erkennen. Als Ausgangspunkt für die Bestimmung der Länge des Gletschers wurde der Felsen zwischen den beiden Gletscherthoren „die Margaritze,“ 6023 Fuss gewählt. — Die kleinen Bäche, welche sich aus den höher gelegenen secundären Gletschern und aus einigen Quellen in das Thal der Pasterze ergiessen, besitzen im Frühlinge und im Anfange des Sommers oft eine sehr bedeutende Wassermasse; die Rinnen, welche dadurch in die Abhänge eingeschnitten wurden, sind viel bedeutender, als die gewöhnliche Wassermenge erwarten liesse.

Für die Karte der Gletschergruppen des Oetzthales (Verhältniss 1 : 72000) konnten wir mehrere Specialkarten benutzen: Die Karte von Anich und Hueber; Tyrolis sub felici regimie Mariae Theresiae chorographice delineata a Petro Anich et Blasio Hueber curante Ignat. Weinhart. Wien 1774. Maassstab 1 : 60000. Sie war uns besonders wegen der enthaltenen, zahlreichen Bergnamen von Interesse. Eine lithographirte Karte des Vernagtletschers und seiner Umgebungen von dem österreichischen Generale v. Hauslab; gezeichnet 1817. Diese sehr sorgfältige Karte ist nur als Manuscript gedruckt; wir verdanken die Mittheilung derselben der Güte des Herrn Professor Carl Ritter in Berlin. Die Generalstabskarte von Tyrol, gezeichnet 1823. Maassstab 1 : 144000. Eine Vergrösserung der letzteren mit sehr interessanten Details über den Stand der Gletscher im Jahre 1845 bereichert, ist Dr. Stotter's Buche: Die Gletscher des Vernagtthales beigelegt. Innsbruck 1846.

Auf unserer Karte wurde das Terrain fast durchgängig nach der vortrefflichen Darstellung des Generalstabes beibehalten; nur die Gletscher sind von uns selbst grossentheils neu untersucht. Von den Wegen sind nur die wichtigeren angegeben; da, wo dieselben über Gletscher und Firnmeere führen, bezeichnen sie die Richtung des sichersten und gewöhnlichen Ueberganges, da hier eigentliche Wege nicht bestehen können. In den Hochalpen ist es schwierig, die Namen der vielen einzelnen Berge und Gletscher, welche bei monographischen Kartenarbeiten nicht ohne Interesse sind, richtig zu bestimmen. Wir suchten durch Vergleichung der bereits veröffentlichten Karten und durch Erkundigungen in den verschiedenen Thälern eine grössere Anzahl charakteristischer Bezeichnungen einzutragen, und so weit es uns möglich war, irrigé Angaben auszuschneiden. Es sind in der Karte auch jene grösseren Lawinenreste bemerkt, welche an manchen Stellen mit so grosser Regelmässigkeit in den tief eingeschnittenen Rinnen der Bäche vorkommen. Sie sind bisweilen der Deutlichkeit wegen neben denselben angegeben, obwohl sie gewöhnlich die Bäche brückenartig überlagern. — Die Stelle „In der Falle“, bei dem Vernagtletscher ist jetzt theilweise vom Eise bedeckt; es beginnt daher dieser Name schon im Gletscher. — Die Thäler südlich von jener Kammlinie, welche sich von der Inneren Quellspitze zur Hochwildspitze hinzieht, gehören zum Flussgebiete der Etsch; die Thäler nördlich davon zum Flussgebiete des Inn.



DIE GLETSCHER-GRUPPEN
des
ÖTZTHALES
nach den Karten des
Kaisrl. Königl. Österreich. Generalstabes
und eigenen Beobachtungen in den Jahren 1847 u. 1848.
entworfen von
Hermann u. Adolph Schlagintweit.

Verhältniss 1 : 72000.

Zeichen und Abkürzungen.

☉ Bäume. Δ L.R. Lavinenreste. () Gletscherspalten. ⋯ Moränen. —+— (am Vernagt-gletscher) bezeichnet sein Ende bei gewöhnlichem Stande. B. Bach. Bg. Berg. Gl. Gletscher. H. Hütte. J. Joch. K. Kogel. Sp. Spitze. Alle Höhen sind Pariser Fuss.



Königl. lith. Inst. zu Berlin. lith. v. C. Birck.

KARTE DES PASTERZENGLETSCHERS

nach Beobachtungen im Jahre 1846 u. 1848 entworfen von Hermann u. Adolph Schlagintweit.



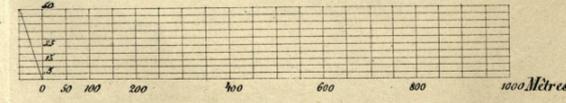
Geographische Positionen!
 (mit Einschluss des Firnmeres)

Von 47° 4,4'	Von 30° 19,8'
bis 47° 7,5'	bis 30° 26,4'
N.B.	Ö.L. von Ferro.

Konigl. lith. Inst. zu Berlin.

Verhältniss 1:14400.

Zeichen und Abkürzungen: Bäume. Eisrinne. Gletscherbach mit Mühle. Gletscherhorn. Moräne. Ogiven. s. kleiner See. Spalten. (h) Höchster Punkt eines Zuflusses. Qu. Quelle. St. Gl.: Seitengletscher. I-IX Nummern der Zuflüsse. Linie A. Bund C. Querlinien (vergl. die Profile Seite 56) a. 1. b. 1. c. 1. Pfähle zur Bestimmung der Bewegung und des Abschmelzens. - G. B. Moränen des Grossen Burgstalles. W. des Wasserfallgletschers. K. B. des Kleinen Burgstalles. I. G. des Inneren Glocknerkahres. A. G. des Äusseren Glocknerkahres. St. M. Seitenmoränen. Alle Höhen sind Pariser Fuss.



Lith. v. H. Hinderstein & C. Birck