universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Oetzthaler Gebirgsgruppe

mit besonderer Rücksicht auf Orographie und Gletscherkunde

Sonklar, Karl von

Gotha, 1860

Sechstes Kapitel. Das Fenderthal

urn:nbn:at:at-ubi:2-9138

Sechstes Kapitel.

Das Fenderthal.

§. 120. Das Fenderthal ist der linkseitige oder westliche obere Arm des Oetzthales, welchen Namen es jedoch nur bis Fend behält, wo es sich, wie wir wissen, in das Nieder- und Rofenthal spaltet. Auch diese beiden Arme lösen sich zuletzt, wie wir dies bei dem Gurglerthale gesehen, in mehrere Zweige auf, mit denen das Thal den Centralkamm des Systems erreicht.

§. 121. Das Fenderthal, obgleich seine Mündung in die kleine Thalweitung von Zwieselstein nicht so spaltartig aussieht, als jene des Gurglerthales an derselben Stelle, ist dennoch im Ganzen weit enger als dieses. Die Weiler Gaislach und Freistabl liegen zwar noch auf kleinen, nur wenig über den Thalgrund erhöhten, Terrassen der linkseitigen Thalwand; aber schon bei Heiligenkreuz treten beide Thalwände mit steilen Abdachungen an die Fenderache heran, und verleihen dem Thale den Charakter einer tiefen Spalte, über deren felsige Gehänge die, den oberhalb liegenden Gletschern entströmenden, Bäche in zusammenhängenden Wasserfällen zur Tiefe stürzen, und die nur wenige der Lawinengefahr nicht ausgesetzte Punkte besitzt. Bei Fend erweitert sich diese Schlucht etwas, doch gilt von dem sogenannten Becken daselbst gleichmässig alles jene, was ich von der kleinen Thalweitung bei Zwieselstein zu erwähnen Gelegenheit hatte.

Die gleiche Bewandtniss hat es mit dem Nieder- und Rofenthale; da wie dort verschneiden sich die Thalwände meist in dem Bette der Bäche, das oft auf lange Strecken aus 50 bis 200′ tiefen, durch die Erosion ausgenagten Schlünden mit senkrechten Wänden besteht.

§. 122. Das Fenderthal wird, mit Einschluss seiner zwei oberen Arme, auf der rechten Seite vom Fendergrat, im Hintergrunde, und zwar von der Karlesspitze bis zur Weisskugel, von dem Schnalserkamm, und auf der linken Seite von dem Weisskamme eingeschlossen. Der Kreuzkamm endlich scheidet das Niederthal von dem Rofenthal.

In diesen Kämmen ist die absolute Höhe nachfolgender Punkte bisher gemessen worden:

a) *Im Fendergrat:*

Siehe Gurglerthal, §. 69.

b) *Im Schnalserkamm:*

*Similaunspitze	11401,09′	3603,9	M.	N△
*Grabwand . .	10281,18	3249,9	„	K.
*Hochjochübergang	9250,00	2923,9	„	Sim.
Im hinteren Eis	10337,64	3267,7	„	K.

c) *Im Weisskamm:*

*Weisskugel (hintere wilde Eisspitze) . . .	11841,27	3743,05	„	N△
*Langtaufererjoch	11209,68′	3543,4	M.	K.
*Langtaufererpass	9965,00	3149,9	„	Sim.
Platteikogel	10661,30	3370,06	„	Tr.
*Wildspitze . .	11946,61	3776,35	„	N△
*Weisskogel . .	10808,16	3416,48	„	K.
*Schwarze Schneid . .	10293,30	3253,73	„	K.
Rofenberg . . .	8915,08	2818,3	„	Tr.

d) *Im Kreuzkamm:*

*Thalleitspitze	10771,62	3404,93	„	N△

Es kann ferner mit Zuverlässigkeit angenommen werden, dass von den nicht gemessenen Bergspitzen die Finailspitze, östlich des Hochjoches, die beiden Prochkögel, unfern der Wildspitze, und die mittlere Kreuzspitze im Kreuzkamm die Höhe von 11,000′ = 3522 M., und dass die meisten, wenn nicht alle übrigen, in den Umfassungslinien des Fenderthalkessels und im Kreuzkamm stehenden Gipfel, 16—20 an der Zahl, die Höhe von 10,000′ = 3161 M. erreichen und übersteigen. Das Fenderthal ist hienach von zwölf Bergspitzen über 11,000′ und von 24 bis 26 über 10,000′ absoluter Höhe umstellt.

Der Fendergrat hat eine Länge von 4,3 geogr. M. = 32,65 KM.
„ Schnalserkamm „ „ „ „ 5,33 „ „ = 40,24 „
„ Weisskamm „ „ „ „ 6,0 „ „ = 45,55 „
und der Kreuzkamm „ „ „ „ 2,5 „ „ = 19,00 „

§. 123. Die Kammhöhe des Fendergrates ist aus §. 70 bekannt; sie beträgt im Mittel 10260′ = 3243,2 M.

Für den *Schnalserkamm* steht der Rechnung wohl eine genügende Anzahl von Gipfelhöhen, aber nur eine einzige bekannte Sattelhöhe, und zwar die des Hochjoches, zu Gebote. Man wird

jedoch nicht um Vieles irren, wenn man die Höhe des Niederjoches, dessen Elevation ich von einem Punkte oberhalb der Samorhütte im Niederthale mit einiger Verlässlichkeit zu schätzen im Stande war, mit 8600 bis 8800′ = 2718 bis 2781 M. annimmt. Aus der Karlesspitze, dem Similaunspitz und der Grabwand ergibt sich sofort die *mittlere Gipfelhöhe* mit 10844′, aus dem Niederjoch (8700′) und dem Hochjoch die *mittlere Passhöhe* mit 8975′, und hiernach die *mittlere Kammhöhe* mit 9909′ = 3132,3 M.

Bei dem *Weisskamme* waltet der gleiche Anstand ob, jedoch mit dem wichtigen Unterschiede, dass sich in dieser Kammstrecke, mit Ausnahme des Langtaufererjöchels, kein einziger Uebergang vorfindet. Die Rechnung liefert demnach folgende Zahlen: *mittlere Gipfelhöhe* 11065′ [1]), *mittlere Passhöhe* 9965′, und *mittlere Kammhöhe* 10515′ = 3323,8 M.

Die *Mittelhöhe des Kreuzkammes* endlich kann der des Fendergrates gleich gesetzt werden.

§. 124. Diese hohen Zahlen erklären genügend die ungemein geringe Zahl der gangbaren Uebergänge aus dem Fenderthale in die umliegenden Thäler. Es muss in der That auffallen, dass bei einer Umfassungslinie von nahe an 16 Meilen Länge nicht mehr als *vier* solche Uebergänge vorhanden sind. Der Grund hievon liegt indess nicht blos in der ungemeinen Höhe und Geschlossenheit der Kämme, sondern auch in ihrer umfassenden und nach beiden Seiten weit in die Thäler hinabreichenden Vergletscherung, welche an den meisten Stellen die für den Uebergang erforderliche Zeit über die Dauer des natürlichen Tages verlängern würde, und dadurch den Uebergang selbst unmöglich macht. Die vier benützbaren Uebergänge sind:

1) Das *Ramoljoch,* von Fend nach Gurgl, 10160′ = 3211,6 M. hoch. (Siehe Gurglerthal, §. 72.)
2) Das *Niederjoch,* von Fend durch das Niederthal nach „Unsere liebe Frau" in Schnals. Der Weg über diesen

[1]) Um die Zwischenräume zwischen dem Langtaufererjoche und der Wildspitze und zwischen dem Weisskogel und der schwarzen Schneide einigermassen zu berücksichtigen, wurde die Höhe des letztgenannten Punktes, der kleinsten unter den bekannten fünf Gipfelhöhen des Weisskammes, doppelt genommen.

Pass ist die nächste und zugleich bequemste Verbindung des Oetzthales mit dem unteren und mittleren Vintschgau, und obgleich er fast über die ganze Länge des Niederjochgletschers hinwegführt, so ist er dennoch beinahe gefahrlos, wenn nicht etwa die ungemein schroffe Abfahrt vom Joche in das Tissenthal dem nicht völlig Schwindelfreien einige Anstände bereitet.

3) Das *Hochjoch,* nach Professor Simony 9250′, nach Trinker 9311′ = 2943,2 M. über dem Meer, liegt zwischen dem Rofenthal und dem oberen Schnals. Auch dieser Weg ist nicht gefährlich, doch ist er weit beschwerlicher als der vorige, theils wegen der grösseren Höhe des Joches und der bedeutenden Ausdehnung und Ebenheit des Firnfeldes auf der Höhe, und theils auch wegen der bis in das Rofenthal hinabreichenden Zungen des Vernagt- und Hintereisgletschers, die der Passage ansehnliche Hindernisse in den Weg legen.

4) Das *Langtaufererjöchel,* nach Professor Simony 9965′ hoch, führt von Rofen nach Langtaufers, und ist ein nur selten benützter und wegen steiler Schneeflächen, die nicht umgangen werden können, sogar gefährlicher Uebergang.

§. 125. Was die dem Fenderthale angehörigen *Abfallswinkel des Gebirges* anbelangt, so geben hierüber die nachfolgenden Tabellen Aufschluss.

1. Fendergrat.

Thalpunkte.	Absolute Höhe.		Mittlere Kammhöhe.	Relative Höhe des Kammes an den Thalpunkten.		Horizontaler Abstand von der Kammlinie.		Abfallswinkel.
Heiligenkreuz .	5186′,6	1639,5 M.		5073′	1603,6 M.	6800′	2149 M.	36° 43′ 26,5″
Winterstall . .	5163,8	1632,3		5097	1611,2	7800	2465	33 9 47,3
Fend	5984,4	1891,7		4276	1351,6	11400	3603	20 33 37,6
Mittel für das Fenderthal	5445′	1721,2	10260′ = 3243 M.	4815	1522,0	8666	2739	30 8 57,1
Fend	5984,4	1891,7		4276	1351,6	11400	3603	20 33 37,6
Bildstock u. Quelle im Niederthal	7019,0	2218,7		3241	1024,5	9600	3035	18 39 17,6
Murzollgletscherthor	7116,1	2249,7		3144	993,8	13900	4394	12 44 42,3
Mittel für das Niederthal	— —	— —		3620	1144,3	11633	3717	17 19 12,5
Mittel	— —	— —		4220	1334,0	10150	3207	23 44 4,8

2. *Kreuzkamm.*

Thalpunkte.	Absolute Höhe.		Mittlere Kammhöhe.	Relative Höhe des Kammes an den Thalpunkten.		Horizontaler Abstand von der Kammlinie.		Abfallswinkel.
Murzollgletscherthor	7116′,1	2249,7 M.		3144′	993,8 M.	8200′	2592 M.	20° 58′ 39,2″
Klotzhütte	7007,0	2214,9		3253	1028,3	8400	2655	21 10 10,1
Bildstock u. Quelle	7019,0	2218,7		3241	1024,5	6000	1897	28 22 35,1
Mittel für das Niederthal	— —	— —	10260′ = 3243 M.	3213	1015,6	7533	2381	23 30 28,1
Rofen (Bach) . . .	6200,0	1959,8		4060	1283,4	9400	2971	23 21 36,8
Vernagtgletscherthor	6504,7	2056,1		3755	1187,0	7200	2276	27 32 35,8
Vernagtgletscherseeboden	6681,6	2112,1		3578	1131,0	5600	1770	32 34 32.4
Hintereisgletscherthor . . .	6966,3	2202,1		3294	1041,2	7200	2276	24 35 2,7
Mittel für das Rofenthal . . .	— —	— —		3672	1160,7	9800	3098	27 0 56,9

3. *Weisskamm.*

Hintereisgletscherthor . . .	6966′,3	2202,1 M.		3549′	1121,9 M.	14900′	4710 M.	13° 23′ 51,0″
Vernagtgletscherseeboden	6681,6	2112,1		3833	1211,6	15000	4742	14 20 3,3
Vernagtgletscherthor	6504,7	2056,1		4010	1267,6	17000	5374	13 16 20,8
Rofen	6465,0	2043,6		4050	1280,2	11600	3667	19 14 45,7
Mittel für das Rofenthal . . .	— —	— —	10515′ = 3327 M.	3860	1220,2	14625	4623	15 3 45,2
Fend	5984,4	1891,7		4531	1432,3	10200	3223	23 57 5,5
Winterstall	5163,8	1632,3		5351	1691,5	9750	3082	28 45 32,0
Heiligenkreuz . .	5186,6	1639,5		5328	1684,2	11400	3603	25 2 59,6
Mittel für das Fenderthal	5445′	1721,2		5070	1602,6	10450	3619	25 55 12,4
Mittel	— —	— —		4379	1384,2	12836	4057	19 42 56,8

Diese Tabelle zeigt die aussergewöhnliche Schroffheit der das eigentliche Fenderthal einschliessenden Berghänge, namentlich in der Gegend von Winterstall und Heiligenkreuz, wo sich denn auch jener gefürchtete, vom Fendergrat herabkommende Lawinenzug befindet, der den Thalgrund alljährlich mit grossen Schneemassen bedeckt, die oft selbst der heisseste Sommer nicht völlig wegschmilzt. Fast eben so schroff ist der dem

Rofenthale zugekehrte Abfall des Kreuzkammes, oberhalb des nunmehr abgelaufenen Eissee's von Vernagt, ein Umstand, der dem *Eisgletscher* eine sehr merkwürdige Steilheit verleiht, und seine reichlich abtrümmernden Eismassen bis auf die Sohle des Rofenthales gelangen macht.

Die mitgetheilte Tabelle zeigt nebenher auch noch die *mittlere relative Höhe des Kammes* und die *mittlere Entfernung der Kammlinien von der Thalsohle.*

§. 126. Das *Gefäll der Thalsohle* ist von Zwieselstein bis Fend ein mässiges, und beträgt nicht ganz 2°, in den zwei oberen Thalzweigen aber erhöht es sich auf 4⅓ bis 4⅔°, und ist, wie natürlich, in den obersten Thalstücken noch bedeutender. Die nachfolgende Zusammenstellung lehrt diese Verhältnisse im Detail.

1. Niederthal.

Thalstrecke.	Länge der Thalstrecke.		Fallhöhe.		Fallwinkel.
	′	M.	′	M.	° ′ ″
Vom Kamm bis zum Murzollthor	27912	8823,0	2793	882,8	5 42 50,5
Vom Murzollthor bis Fend	19588	6177,5	1132	357,8	3 18 26,8
„ Kamm bis Fend . .	47500	15014,0	3925	1240,7	4 43 25,3
„ Niederjoch bis Fend	33600	10621,0	2716	858,5	4 37 16,9

2. Rofenthal.

	′	M.	′	M.	° ′ ″
Vom Kamm bis zum Hintereisthor	29040	9179,7	2943	930,3	5 47 12,9
Vom Hintereisthor bis Fend	22360	7071,3	982	310,4	2 30 52,8
„ Kamm bis Fend . .	51400	16255,0	3925	1240,7	4 22 0,2
„ Hochjoch bis Fend .	41200	13023,0	3266	1032,4	4 31 56,8

3. Fenderthal.

	′	M.	′	M.	° ′ ″
Von Fend bis Zwieselstein	39000	12327,0	1314	415,3	1 55 46,9
Niederthal und Fenderthal	86500	27342,8	5239	1656,1	3 27 57,5
Rofenthal und Fenderthal	90400	28575,6	5239	1656,1	3 19 0,4

Die Tab. III zeigt das Längenprofil des Fenderthales in seiner oberen Fortsetzung durch das Rofenthal bis an den Schnalserkamm.

§. 127. Sucht man nun die mittlere absolute Höhe des Fenderthales, so ergibt sich dieselbe, nach der Richtung durch das Rofenthal, aus neun Thalpunkten gerechnet, zu 6363′, und

nach der Richtung durch das Niederthal, aus den Höhen von acht Thalpunkten bestimmt, zu 6443′. Nimmt man von diesen beiden Zahlen das Mittel, so erhält man für das 3¾ Meilen = 28,47 Kubikmeter lange Fenderthal eine mittlere Seehöhe von 6403′ = 2024,0 M.

§. 128. Die oben angegebenen Abfallswinkel des Fenderthales sind für diese Höhenregion verhältnissmässig nicht bedeutend, und sie widerlegen die Ansicht Bernhard Cotta's, nach welcher in dem Mangel schwach geneigter Hochthäler in Tyrol die Ursache einer geringeren Längenentwicklung der in diesem Lande vorkommenden Gletscher zu suchen sei [1]). Nebst den angeführten Winkelberechnungen ist aber auch die mitgetheilte Schichtenkarte des Oetzthaler Gebirges ein bildlicher und bündiger Beweis von der Unrichtigkeit jener Ansicht. Diese Karte zeigt den bedeutenden Umfang der allgemeinen Bodenerhebung zwischen dem Inn und der Etsch auf ein sehr hohes Niveau, mit welchem Umfange, da hier von keinem Tafellande die Rede, ein sanfter und allmäliger Abfall des Gebirges, von dem Centralkamme gegen die Ränder, nothwendig verbunden ist. Ich glaube die Ursachen der vergleichsweisen Kürze der tyrolischen Gletscher in drei Umständen suchen zu müssen, die mit dem Gefäll der Thäler wenig zu schaffen haben. Diese Ursachen sind: erstens ist die Menge der atmosphärischen Niederschläge in den östlichen Alpen geringer als in den westlichen, was aus nachfolgenden Zahlen hervorgeht.

Region der Westalpen.

1. Genf	29,77	per	Jahr.
2. Lausanne	37,76	„	„
3. Sankt Bernhard	54,83	„	„
4. Bern	43,28	„	„
5. Zürich	32,19	„	„
Mittel	39,56	per	Jahr.

Region der Ostalpen.

1. Gastein	25,84	per	Jahr.
2. Althofen	25,81	„	„
3. Klagenfurt	34,81	„	„
4. Sagritz	30,29	„	„
5. Lienz	27,94	„	„
6. Botzen	22,67	„	„
7. Meran	24,83	„	„
8. Plan und Platt	41,65	„	„
9. Innsbruck	26,79	„	„
10. Haller Salzwerk	46,10	„	„
Mittel	30,67	per	Jahr.

[1]) Bernhard Cotta: „Geologische Briefe aus den Alpen", S. 130.

Der Unterschied ist demnach zu Gunsten der Westalpen bedeutend genug. Noch wichtiger aber ist für die Gletscherökonomie die ungleichartige Vertheilung des jährlichen Niederschlags auf die Jahreszeiten in diesen beiden Theilen der Alpen. Es ist eine bekannte Sache, dass, selbst oberhalb der Firnlinie, aller im Sommer fallende Schnee wegschmilzt, und dass demnach nur der Winterschnee auf die Vermehrung der Gletschersubstanz wirklichen Einfluss nimmt. Die Niederschlagsmengen für Winter und Sommer und das Verhältniss dieser Mengen zu einander in denselben Beobachtungsstationen hat sich wie folgt herausgestellt.

Region der Westalpen.

	W.	S.	W.:S.
1. Genf [1]	59‴,90	106‴,20	1 : 2,45
2. Lausanne [2]	68,87	167,70	1 : 1,21
3. St. Bernhard [3]	198,12	171,90	1 : 0,86
4. Bern [4]	108,55	182,10	1 : 1,64
5. Zürich [5]	78,38	128,60	1 : 1,38
Mittel	102,77	151,50	1 : 1,47

Region der Ostalpen.

	W.	S.	W.:S.
1. Gastein [6]	29‴,64	125‴,32	1 : 4,23
2. Althofen [7]	29,80	123,67	1 : 4,15
3. Klagenfurt [8]	54,87	154,67	1 : 2,82
4. Sagritz [9]	44,88	122,88	1 : 2,74
5. Lienz [10]	42,23	114,79	1 : 2,72
6. Botzen [11]	22,22	83,12	1 : 3,74
7. Meran [12]	34,34	101,09	1 : 2,94
8. Plan u. Platt [13]	38,09	142,90	1 : 3,74
9. Innsbruck [14]	34,16	126,52	1 : 3,70
10. Haller Salzw. [15]	117,20	187,20	1 : 1,59
Mittel	44,74	128,22	1 : 2,87

In den Westalpen ist demnach nicht blos die jährliche Regenmenge grösser, sondern es überwiegt hier auch das Verhältniss der winterlichen zu den sommerlichen Niederschlägen weitaus das analoge Verhältniss in den Ostalpen; denn während in der Schweiz der Winterniederschlag nur etwa anderthalbmal kleiner ist als der des Sommers, so ist er in den Ostalpen beinahe dreimal geringer. Noch deutlicher tritt das Ueberwiegen des

---

[1]) Kämtz: Lehrbuch der Meteorologie, I. S. 468.

[2]) Ibidem. — [3]) Ibid. I. S. 478. — [4]) Ibid. I. S. 468.

[5]) Ibid. I. S. 468.

[6]) Vierjährige — [7]) achtjährige — [8]) sechsundvierzigjährige — [9]) zweijährige — [10]) fünfjährige — [11]) dreijährige — [12]) und [13]) vierjährige — [14]) fünfjährige Beobachtungen, sämmtlich aus den Publikationen der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. — [15]) Achtjährige Beobachtungen. Siehe Poggendorf's Annalen, LXXVIII. S. 156 und 157.

winterlichen Niederschlags in den Westalpen über jenen in den Ostalpen hervor, wenn man sein Verhältniss zur Regenmenge des Jahres in's Auge fasst. Dasselbe stellt sich in den westlichen Alpen wie 1:4,62, in den östlichen aber wie 1:8,22 dar, d. h. der Winterniederschlag ist in den Westalpen nicht ganz der vierte, in den Ostalpen jedoch nur der achte Theil der jährlichen Regenmenge. Vergleicht man endlich die Winterniederschläge beider Alpenregionen unter einander, so stellt sich die merkwürdige Thatsache heraus, *dass der winterliche Schneefall in den Hochregionen der Schweiz mehr als zwei (2,29) mal so gross ist, als in den Alpen Tyrols.*

Diese Verschiedenheit in der Menge der winterlichen Niederschläge erhält einen weiteren Ausdruck in der beobachteten ungleichen Dicke der Firnschichten auf den Schweizer und Tyroler Gletschern. So gibt Agassiz für jene die Mächtigkeit der jährlich sich auflagernden Firnschichte zu 2 bis 2,5 M. (Mittel 2,25 M.), für diese die Gebrüder Schlagintweit zu 1 M. an, was beinahe ganz mit dem oben berechneten Verhältnisse der Schneemengen in den westlichen und östlichen Alpen übereinstimmt.

Zweitens: eine nicht minder wichtige Ursache der verhältnissmässig geringeren Länge der Tyroler Gletscher, und namentlich jener in der Oetzthaler Gruppe, liegt in dem Umfang und Mass der allgemeinen Erhebung des Bodens. Durch diese wird in weiter Erstreckung die insolirende Bodenfläche der Schneegrenze nahe gerückt, die Erwärmung derselben befördert und die Einwirkung des aufsteigenden warmen Luftstromes auf den Schnee erhöht. Die Folge davon ist die rasche Aufzehrung eines grossen Theiles des, jährlich ohnehin in geringerer Menge fallenden, Schnee's, das Zurückweichen der Schnee- und Firnlinie auf eine ungewöhnliche Höhe und das allgemeine Aufsteigen der Vegetationsgrenzen. Diese Abhandlung hat bereits mehrere Beweise von der Wahrheit dieser Sätze gebracht; sie hat durch die Wärme einer Quelle auf dem Hangerer die relativ hohe Temperatur des Bodens und durch die Bestimmung der Firnlinie auf dem Gurglergletscher die ungewöhnliche Elevation

dieser Linie nachgewiesen. Die Gebrüder Schlagintweit trafen im Rofenthale die Schneegrenze 8540′ = 2699,5 M., die obere Baumgrenze 6783′ = 2144 M., und die letzten Sträucher auf dem Thalleitberge 7284′ = 2302 M. über dem Meer. Ich selbst fand am Vernagtgletscher, an einer Stelle, welche „im Brand" heisst, die letzten Bäume wenigstens 500′ über dem Gletscherende, also nicht unter 7000′ = 2213 M. absoluter Höhe. Im Allgemeinen kann in den Gebirgen des Oetzthales die obere Grenze des Baumwuchses 6600′ = 2086 M. hoch angenommen werden, während dieselbe Grenze in den Berner Alpen nur die Höhe von 6165′ = 1948 M. erreicht [1]). Eben so erhebt sich der letzte Getreidebau bei Heiligenkreuz im Fenderthal bis auf 5200′ = 1644 M., und in Langtaufers sogar bis zu 5920′ = 1871,3 M. absoluter Höhe [2]). Diese Thatsachen beweisen den grossen Einfluss von Massenerhebungen auf die Temperatur des Gebirges, einen Einfluss, der in Beziehung auf das Gletscherphänomen nur von deprimirender Wirkung sein kann.

Die dritte Ursache endlich liegt in der geognostischen Natur des Gebirges, d. h. in seiner Zusammensetzung aus dem der Zersplitterung und Erosion weit mehr zugänglichen Glimmerschiefer, wodurch sich, gleich von vorneherein, die Anlage einer grossen Zahl kleinerer Hochmulden entschied, während die konsistenteren Granitmassen der Montblancgruppe und der Berner Alpen umfangreichere Becken dieser Art liefern konnten.

§. 129. Was die Geognosie des Fenderthales anbelangt, da verdienen blos einige, dem herrschenden Glimmerschiefer untergeordnete Gneiszonen im Rofenthale erwähnt zu werden. Die Strichrichtung derselben, so wie auch die der Schichten des Hauptgesteins und der Einfallswinkel dieser letzteren ist so wie im unteren Oetzthale.

§. 130. Die Gletscherbildung ist im Fenderthale in aussergewöhnlich umfassender Entwicklung anzutreffen, und schon ein oberflächlicher Blick auf die Karte lehrt, dass die Hälfte der

---

[1]) Siehe Schlagintweit: „Untersuchungen" u. s. w., die Tabelle auf S. 498.

[2]) Jos. Trinker's „Höhenbestimmungen in Tyrol und Vorarlberg", S. 48.

horizontal projicirten Area dieses Thales unter der Hülle von Eis und ewigem Schnee verborgen liegt. Die Zahl der Gletscher beträgt 36, welche sich auf die einzelnen Kämme wie folgt vertheilen.

a) *Fendergrat.*

1. Stockgletscher.
2. Lobgletscher.
3. Steiniglgletscher.
4. Glaseyrgletscher.
5. Gampelsgletscher.
6. Latschgletscher.
7. Kirchennödergletscher.
8. Spiegelgletscher.
9. Spiegelkopfgletscher.
10. Firmisangletscher.
11. Diemgletscher.

b) *Schnalserkamm.*

12. Murzollgletscher.
13. Niederjochgletscher.
14. Hochjochgletscher.

c) *Kreuzkamm.*

15. Saigletscher.
16. Vorderer Sommaargletscher.
17. Hinterer „
18. Rothkorgletscher.
19. Oestlicher Thalleitgletscher.
20. Westlicher „
21. Eisgletscher.
22. Vorderer Kreuzgletscher.
23. Mittlerer „
24. Hinterer „

d) *Weisskamm.*

25. Hintereisgletscher.
26. Guslargletscher.
27. Vernagtgletscher.
28. Platteigletscher.
29. Mitterkargletscher.
30. Rofenkargletscher.
31. Taufkargletscher.
32. Bühelkargletscher.
33. Vorderer Weisskargletscher.
34. Hinterer „
35. Tiefenthalgletscher.
36. Pirchelbachgletscher.

Hierunter gehören *fünf* Gletscher, und zwar der Murzoll-, der Niederjoch-, der Hochjoch-, der Hintereis- und der Vernagtgletscher, der *ersten* Ordnung an. Ausserdem stehen noch der Latsch-, der Spiegel-, der Diem-, der Mitterkar- und Rofenkargletscher zwischen beiden Ordnungen, und können eben so wohl der ersten als der zweiten Ordnung beigezählt werden.

§. 131. Der *Stockgletscher* hat seit dem Jahre 1852, wo ich ihn von meiner damaligen Nachtstation Heiligenkreuz, die dem Gletscher gerade gegenüber liegt, deutlich beobachten konnte, sein Aussehen bedeutend verändert. Zu jener Zeit brach er in einer nahezu geraden Linie und mit fast senkrechten Eiswänden gegen das Thal ab; jetzt aber ist er mit seinen Enden auf allen Punkten beträchtlich herabgerückt, und sein Ausgang zieht sich in vielfachen Windungen und wechselnden Böschungswinkeln über die Thalwand hin. Dieselbe Ansicht sprach Herr Regenspurger, der würdige Kurat in Heiligenkreuz, gegen mich aus,

und die Thatsache erhält dadurch eine erhöhte Bedeutung, dass auch die dem Gurglerthale zugekehrte Seite dieses Gletschers seit einigen Jahren gleichfalls im Anwachsen begriffen ist. (Siehe §. 118.)

§. 132. Der *Latschgletscher* ist ein sekundärer Gletscher von ansehnlicher Grösse, der seine Firnen zwischen dem Gampelskogel und der Anichspitze und seinen Ausgang nahe oberhalb Fend, in der beiläufigen Höhe von 7000′ = 2213 M., hat. Er lässt drei Mittelmoränen erkennen, und ein breiter, mit der linken Randmoräne zusammenhängender und fast bis gegen den Thalgrund herabreichender Schuttwulst liefert den Beweis, dass der Gletscher einst bedeutend grösser gewesen sein müsse. Die Länge desselben beträgt gegenwärtig 11,052′ = 3494,6 M.

§. 133. Der *Spiegelgletscher* ist der südliche Nachbar des vorigen; er setzt sich aus vier Zuflüssen zusammen, die vom Ramolkogel, vom Ramoljoch, vom Stotterhorn und vom Spiegelkopf herabkommen. Eine auf der linken Gletscherhälfte herabziehende Mittelmoräne scheidet den dritten von dem vierten Zuflussgletscher. Auffallend ist hier die sehr bedeutende Grösse der rechtsseitigen Randmoräne, die sich stellenweise bis zur Höhe von 150 bis 180′ = 48 bis 58 M. über den Gletscherrand erhebt, und in ihrem unteren Theile zwei scharfe Schuttkämme bildet, von denen der dem Ufer nächstliegende bereits einer langen Ruhe genossen zu haben scheint, was sich durch die reiche Vegetation ausspricht, die sich über ihn ausgebreitet hat. Diese Umstände machen es gewiss, dass auch der Spiegelgletscher seit einer Reihe von Jahren in stetigem Rückzuge begriffen ist.

Das Gefäll dieses Gletschers ist bedeutend, doch hat ein gutes Stück seines mittleren Theiles eine Neigung von nur 8 bis 10 Graden. Die Länge desselben beträgt 8188′ = 2588,3 M., und seine Ausgangshöhe habe ich barometrisch zu 7465′,7 = 2359,9 M. bestimmt.

§. 134. Der *Diemgletscher,* gleich den vorigen auf dem Fendergrat liegend, ist ebenfalls ein der zweiten Ordnung angehöriger Gletscher von ansehnlicher Grösse. Er ist 12040′ = 3806,0 M. lang, bedeckt einen Flächenraum von 32,800,000 □F.

= 3,277,400 □M., und liegt mit seinem Ende 7330′ = 2317 M. über dem Meer. Er hat seine Firnen zwischen der Firmisanspitze und dem Schalfkogel, und wird rechter Hand zuerst von der Firmisanschneide, einem schroffen, dem Mitterkamp am Gurglergletscher ähnlichen Felsgrat, dann von den Abfällen des Spiegelkopfs, linker Hand aber von denen des Diemkogels eingeschlossen.

Die Uebersichtskarte zeigt die Konfiguration des Diemgletschers und die doppelte Krümmung an, mit der er sich aus seinen obersten Firnlagern bis zum Niederthal hervordrängt, dessen Sohle er jedoch nicht zu erreichen vermag. Die obere Hälfte seiner Masse hat im Thalwege kein sehr bedeutendes Gefäll; dieses vergrössert sich jedoch an der westlichen Ecke der Firmisanschneide, und bald darauf stürzt der Gletscher, unter wilder und allgemeiner Zerklüftung und mit einem Abfallswinkel von 28 bis 36 Graden, mehrere Hundert Fuss tief gegen das Niederthal ab. Die Eismasse ist an dieser Stelle nach allen Richtungen zerspalten, und zeigt eine grosse Strecke weit jenes formenreiche Gewirr von Pyramiden, Nadeln und Klippen, die ihres höchst malerischen Effektes wegen mit Recht bewundert werden.

Dieses Klüftenlabyrinth endigt mit dem Austritte des Gletschers in das Niederthal, wesshalb es von der Sohle des letzteren, d. h. von dem Wege zum Niederjoch, nur sehr unvollkommen gesehen werden kann. Unterhalb der Eisnadeln wird der Eiskörper wieder mehr kompakt, doch bleibt das Gefäll der Gletscheroberfläche noch immer bedeutend (15 — 20°), und ist zuletzt, an dem keilförmigen, spitzzulaufenden und in einer tiefen Erosionsschlucht liegenden Ausgange, noch bedeutender.

Wie mich der Augenschein gelehrt, ist die Länge des Diemgletschers um einige Tausend Fuss grösser, als die Generalstabskarte zeigt; die Zungenspitze liegt sehr tief und, bei der Steilheit der Thalwand, auch ziemlich nahe einer vertikal über der Thalaxe gedachten Ebene. Die Breite des Gletschers kann unterhalb des Absturzes auf 2000′ = 632 M. angenommen werden. Ich habe den Eisstrom an dieser Stelle überschritten, und

hiezu eine volle Stunde gebraucht; freilich waren die Verhältnisse etwas schwierig, indem die grossen und verschlungenen Spalten oft ein weites Ausholen des Weges, und die beträchtliche Neigung der Gletscheroberfläche grosse Vorsicht erheischten. Die Exposition des Diemgletschers ist gleich der des Latsch- und Spiegelgletschers eine nordwestliche.

An Mittelmoränen machen sich hier blos eine oder zwei mit schwachen Spuren kenntlich, desto deutlicher aber ist das Auftreten der beiden Randmoränen, und die rechtsseitige muss geradezu als ein sehr merkwürdiges Exemplar ihrer Art erklärt werden. An Höhe und Gestalt einem kleinen Bergrücken ähnlich, hat sie dort, wo ich sie überstieg, eine Höhe von 200 bis 250′ = 60 bis 80 M. und eine Breite von 400 bis 500′ = 130 bis 160 M. Mit dem steilen Abhange des Spiegelkopfs schloss sie ein tiefes Thal ein, auf dessen Grund der durch die Hitze des Tages hoch angeschwollene Firmisanbach unter fortwährenden Katarakten dahinschoss und mich und meinen Führer bei seiner Uebersetzung zu wahrhaft lebensgefährlichen Sprüngen nöthigte.

§. 135. Dieses Fortfliessen des Baches am Gletscherrande in einer Höhe von beiläufig 8000′ = 2528 M. liefert einen schlagenden Beweis, dass hier die Gletschermasse an allen Punkten des Ufers fest auf dem Boden aufliege, weil sonst der Bach gewiss die erste Oeffnung benützt hätte, um sich längs der steil einfallenden Seitenwand des Gletscherbettes auf die Sohle des Thales hinabzustürzen. Der Bach floss überdies auf der Sonnenseite des Gletschers, und das Ufer empfängt hier, in Folge seiner Richtung und Neigung gegen den Horizont, den grössten Theil des Tages hindurch die fast lothrecht auftreffenden Strahlen der Sonne. Es folgt hieraus, dass, selbst unter so günstigen Umständen, der Boden unter dem Eise die seiner Höhe zukommende Temperatur nicht bis über 0° erhöhen kann, — dass die durch Leitung mitgetheilte Wärme keine sehr bedeutende Wirkung äussert, und dass daher die Eismasse in dieser Höhe sogar in der wärmsten Zeit des Jahres mit dem Grunde zusammengefroren sein muss. Eine spätere, noch auffallendere Beobachtung auf dem Taschachgletscher im Pitzthale soll die Wichtigkeit

dieser gegen die Rutschtheorie zeugenden Thatsache in das gehörige Licht zu stellen suchen.

§. 136. Ich habe oben, wo ich von der Untersuchung des Gletscherkornes mit Hilfe der Turmalinzange sprach, von der auffallenden Grösse der Gletscherkörner auf dem Diemgletscher Erwähnung gethan. In der That, ich fand hier diese Körner beiläufig so gross wie ein Hühnerei. Aber noch eine andere eigenthümliche Erscheinung, die vielleicht mit der ungewöhnlich vorgeschrittenen Ausbildung des Gletscherkornes im Zusammenhang steht, hatte ich hier zu beobachten die Gelegenheit. Diese Erscheinung bestand in ungewöhnlich grossen Spiegelflächen, denen das Auge auf dem Eise bei jedem Schritte begegnete, und die sich durch die Energie kund gaben, mit der sie das Sonnenlicht zurückwarfen. Es waren dies kleine Spiegel, die mit den Krystallflächen des Feldspaths in grobkörnigem Granit einige Aehnlichkeit hatten, eine Länge von 4 bis 6 CM. besassen, und die, wenn sie auch mehrfache Vertiefungen und Unterbrechungen zeigten, dennoch mit ihrem grössten Theile eine ebene Fläche bildeten, und dadurch die Fähigkeit erlangten, die einfallenden Lichtstrahlen nach einer und derselben Richtung zurückzuwerfen. Wurden sie mit dem Bergstocke aus ihrer Verbindung mit dem übrigen Eise herausgehoben, so zeigte es sich, dass sie aus zwei oder mehreren Gletscherkörnern von sehr ungleicher Form gebildet worden waren. Ich zweifle nicht, dass diese Erscheinung ganz mit jener identisch sei, welche Forbes und Hugi auf dem Aletschgletscher beobachteten, und die von beiden, wie auch ich es hier thue, unerklärt gelassen wurde.

§. 137. Der *Murzollgletscher* hängt mit dem Diemgletscher auf dem Westabhange des Schalfkogels zusammen, und füllt mit seinen Firnen und Eismassen das grosse Kesselthal aus, das sich vom Schalfkogel bis zum Murzollberge ausdehnt und gegen Süden von dem Centralkamme des Gebirges, mit der Karles-, Fanat-, Röthen- und Similaunspitze, geschlossen wird. Der Muttmalkamm theilt diese grosse Hochmulde in zwei ungleiche Hälften ab, wodurch zwei abgesonderte Gletscherströme entstehen, die sich erst etwa 4000′ vor ihrem Ende in einem und

demselben Bette vereinigen. Der östliche dieser zwei Gletscher heisst der *Schalf-*, der westliche der *Murzollgletscher*, und letztere Bezeichnung ist es, die sowohl auf die vereinigten Gletscherstämme, als auch auf die Gesammtheit ihrer übrigen Bestandtheile angewendet wird [1]).

§. 138. Die vorzüglichsten Dimensionen des Schalf- und Murzollgletschers sind nachfolgende.

A. *Schalfzufluss.*

Grösste Länge dieses Zuflusses (Firn und Gletscher) . . .	27912′	8823,0 M.
Länge des Firnfeldes	16000′	4536,1 „
Länge des eigentlichen Gletschers	11912′	4287,0 „
Grösste Breite des Firnfeldes	10800′	3416,7 „
Mittlere Breite des eigentlichen Gletschers	2000′	632,7 „
Gesammtarea (Firn und Gletscher)	92,908800 □′	9,283500 □M.
Area des Firnfeldes allein	75,686400 „	7,562500 „
Area des eigentlichen Gletschers allein	17,222400 „	1,721000 „
Mittlere wahre Neigung des ganzen Gletschers	5° 42′ 50″,5	
Exposition des Firnfeldes	N. 60° W.	
„ „ eigentlichen Gletschers	N. 80° W.	

B. *Murzollzufluss.*

Grösste Länge dieses Zuflusses (Firn und Gletscher) . . .	16464′	8208,5 M.
Länge des Firnfeldes	7376′	2331,6 „
Länge des eigentlichen Gletschers	9088′	2872,7 „
Grösste Breite des Firnfeldes	7680′	2427,7 „
Mittlere Breite des eigentlichen Gletschers	1200′	380,0 „
Gesammtarea (Firn und Gletscher)	65,606400 □′	6,555400 □M.
Area des Firnfeldes allein	51,724800 „	5,168400 „
Area des eigentlichen Gletschers allein . . .	13,881600 „	1,387000 „
Mittlere wahre Neigung des ganzen Gletschers	9° 37′ 41″,3	
Exposition des Firnfeldes	N. 70° W.	
„ „ eigentlichen Gletschers	N. 36° O.	

[1]) Die Gebrüder Schlagintweit schreiben, aus Gründen, die sie nicht näher bezeichnen: *Marcell*gletscher. Die Leute jenseits in Schnals, denen einst das Niederthal so gut wie die oberen Gegenden des Rofenthales gehörten, sagen Murzoll, und die Fender sogar Murzall, und diese wie jene kümmern sich wenig darum, ob dieses Wort, das gewiss, wie hundert andere Namen in diesen Gegenden, romanischen oder vielleicht noch älteren Ursprungs ist, von dem Namen Marcel abstamme oder nicht. Bei der Ungewissheit dessen scheint es mir am besten, die thalübliche Bezeichnung beizubehalten. Dieselbe Bemerkung gilt auch für die, ebenfalls von den Gebrüdern Schlagintweit versuchte, Umgestaltung des Namens Diem- in Teingletscher.

C. *Der ganze Gletscher.*

Grösste Länge (Firn und Gletscher)	27912′	8823,0 M.
„ „ des Firnfeldes	16000′	4536,1 „
„ „ „ eigentlichen Gletschers	11912′	4287,0 „
„ Breite des Firnfeldes	18480′	5841,5 „
Mittlere Breite der vereinigten Gletscher	2640′	834,5 „
Gesammtarea (Firn und Gletscher)	158,515200 □′	15,838900 □M.
Area des Firnfeldes allein	127,411200 „	12,730900 „
Area des eigentlichen Gletschers allein . .	31,104000 „	3,108000 „
Länge des vereinigten Gletschers	4200′	1327,6 „
Mittlere wahre Neigung des Gletschers	5° 42′ 50″,5	
Exposition des vereinigten Gletschers	N. 36° O.	
Seehöhe des Gletscherausgangs	7116,1′	2249,7 M.

§. 139. Der Schalfgletscher an sich ist die Resultante aus vier Zuflüssen, die vom Schalfkogel, vom Kleeleitenspitz, vom Karles- und vom Pfaserspitz herabkommen, und sich am Fusse der östlichen Ecke des Muttmalkammes zu einem gewaltigen Eiskörper vereinigen. Das Gefäll der Gletscheroberfläche ist von diesem Punkte abwärts unbedeutend, und bewegt sich, bis zur Vereinigung mit dem Murzollzuflusse, zwischen 4 bis 6 Graden. Zwei schwächere und eine etwas stärkere Mittelmoräne theilen den Gletscher in vier longitudinale Regionen, deren abgesonderte Ogyvensysteme mit grosser Deutlichkeit hervortreten. Nach der Vereinigung mit dem Murzollgletscher, auf den er beiläufig unter einem Winkel von 80 Graden stösst, und von dem er durch eine starke Mittelmoräne geschieden ist, nimmt er die grössere Hälfte des gemeinschaftlichen Bettes in Anspruch. Eine in der Höhe der Sommaarhütte senkrecht auf die Längenaxe des Gletschers geführte Querlinie wird durch die grosse Mittelmoräne derart getheilt, dass $^7/_{11}$ derselben dem Schalf-, $^4/_{11}$ aber dem Murzollgletscher zufallen [1]).

§. 140. Der Murzollgletscher setzt sich aus 6 bis 7 Zuflüssen zusammen, deren Lage und sonstigen Verhältnisse die Zeichnung der Uebersichtskarte des Näheren zu zeigen versucht.

[1]) Die Generalstabskarte liefert von dem vereinigten Gletscher ein irriges Bild, da sie entweder zur Meinung verleitet, der Schalfgletscher endige, bevor er sich mit dem Murzollgletscher vereinigen konnte, oder indem sie glauben lässt, es werde die Mittelmoräne gleich nach der Vereinigung beider Zuflüsse an das rechte Ufer geworfen.

Der Muttmalkamm, von welchem drei jener Zuflüsse herabsteigen, enthält einige sehr hohe Schneespitzen, was insbesondere von der hinteren Schwärzenspitze gilt, deren absolute Höhe ich zu 10,600 bis 10,800′ anschlage. Von diesem Gipfel drängt sich ein sehr mächtiger Zufluss in's Thal hervor, dessen Stosskraft die Oberfläche des Gletschers sehr deutlich anzeigt, und deren Wirkungen die Karte zu verbildlichen sucht. Drei schwache, nur durch schmale Eisstreifen getrennte und nahe am linken Ufer hinziehende Mittelmoränen deuten das Vorhandensein und den geringen Umfang der vom Murzollberge herabkommenden drei Zuflüsse an.

Der Murzollgletscher im weiteren Sinne ist demnach aus zehn bis elf Zuflüssen zusammengesetzt.

§. 141. Bei der Sommaarhütte, einer verfallenen Hirtenwohnung auf dem Wege zum Niederjoch, trifft die Furche des Niederthales auf das linke Ufer des Murzollgletschers, und die Niederthaler Ache verliert sich unter dem Eise. In die hiedurch entstehende Lücke legt sich nun, wie jenseits am Gurglergletscher, nur in unendlich kleinerem Massstabe, der Gletscherrand um, und da er auch hier bis auf den Boden des Niederthales sinkt, so bildet er eine spitzzulaufende Ausbuchtung, die, durch das schwach geneigte Einfallen der Schichtbänder, durch die steile Abdachung der Oberfläche und ihre Form im Allgemeinen, einem Gletscherausgange sehr ähnlich sieht. Und in der That, ein Blick auf die Karte wird zu lehren im Stande sein, dass diese kleine Uferlücke thatsächlich einen Gletscherausgang darstellt, indem hier der zwischen dem Ufer und der nächsten Mittelmoräne liegende Zuflussgletscher sein Ende findet, und dass die beiden nächsten Zuflüsse eben dadurch eine wesentliche Ablenkung erfahren, wodurch sie sich nicht, wie gewöhnlich, unter spitzen Winkeln unterhalb der Randmoräne verlieren, sondern fast senkrecht auf die Krümmung des Ufers auftreffen.

§. 142. Der vereinigte Gletscher hat noch ungefähr bis zur Hälfte seiner Erstreckung ein sehr geringes Gefäll, das zwischen 5 und 8 Graden liegt; weiter abwärts aber wird der Fallwinkel grösser, und die Terminalböschung hat die bedeutende Neigung

von 40 bis 50 Graden gegen den Horizont. Die Mitte des Eiskörpers ist grösstentheils kompakt und geschlossen, und nur die Ufer sind auf beiden Seiten stark zerklüftet.

§. 143. Die grosse Mittelmoräne des Murzollgletschers zeichnet sich durch ihre beträchtlichen Dimensionen aus. In der Nähe des Schwärzenecks, von wo sie ausgeht, hat sie eine Höhe von 40 bis 50′, und der Mündung des Niederthales gegenüber von 80 bis 100′ = 26 bis 32 M.; sie ist dabei als ein scharf abgegrenzter und auf beiden Seiten steil abgedachter Rücken angeordnet, längs welchen zwei seichte Depressionen im Eise hinziehen, die durch die Seitenabdachungen der beiden Gletscherhälften gebildet werden. Weiter unten breitet sich dieser Schuttwall allmälig aus, nimmt dabei in seiner Trümmermasse zu und an Höhe ab, und bedeckt endlich in der Nähe des Gletscherausgangs die Oberfläche des Eiskörpers von einem Ufer zum andern. Hier fanden sich schöne Gletschertische und Schuttkegel in grosser Zahl. Die Randmoränen sind weniger bedeutend, doch beweist der hoch aufgewühlte Rasen und der Umfang des emporgehobenen Uferschuttes, dass der Murzollgletscher zur Zeit in raschem Anwachsen begriffen ist.

§. 144. Neben der Mittelmoräne flossen, der Wärme des Tages wegen, zwei starke Gletscherbäche, deren Temperatur auf 0°,2 C. stand. Der linksseitige versank jedoch schon ungefähr der Mündung des Niederthales gegenüber in eine ungewöhnlich grosse Gletschermühle, die, bei der unmittelbaren Nähe der Moräne, zu einem Versuche mit dem Hinabstürzen grösserer Steinblöcke einlud. Der Führer schob nach einander zwei derselben, deren Gewicht etwa 3 bis 4 Centner betrug, hart an den Rand der Mühle heran, und stiess sie, nachdem ich vorher mein Ohr ganz nahe an die Oberfläche des Eises gebracht, mit dem Fusse in die Tiefe hinab. Dröhnend schollen die ersten Aufschläge der schweren Steinmasse empor, doch bald wurde der Schall schwächer, und verlor sich zuletzt fast unmerklich unter dem Geräusche des stürzenden Wassers; dennoch konnte ich auf diese Art von dem Beginne des Falls bis zum letzten hörbaren Aufschlage das erstemal 13 und das zweitemal 12 Sekunden

zählen. Nimmt man die Fallzeit zu 12 Sekunden an, und rechnet man 5 Sekunden ab, um die Verzögerung des Falls durch die Aufschläge in Rechnung zu bringen, so bleiben noch 7 Sekunden übrig. Setzt man ferner 15′ in runder Zahl als die Fallhöhe in der ersten Sekunde, so ergibt sich nach der Formel $f = as^2$, wo f den in s Zeittheilen, und a den im ersten Zeittheile durchlaufenen Raum vorstellt, dass die Dicke der Gletschermasse bis zu jener Tiefe, aus der noch ein Aufschlag gehört werden konnte, das Mass von 735′ erreicht. Dieses Resultat ist freilich hypothetisch, weil der numerische Betrag der Verzögerung des Falls durch die Aufschläge nicht bestimmt werden kann; bedenkt man jedoch, dass die eigentliche Fallhöhe für 12 Sekunden 2160′ beträgt, so wird die oben gefundene Zahl von 735′ = 232,3 M. eher unter als über der Wahrheit stehend erscheinen.

§. 145. Der Ausgang des Murzollgletschers ist durch ein schönes, 36′ = 11,6 M. breites und 10 bis 12′ = 3 bis 4 M. hohes Thor geziert, dessen Zugang jedoch für diesmal durch einen dicht am Bache hinlaufenden Vorsprung des Eises unmöglich und durch die über die steile Terminalböschung des Gletschers unablässig herabrollenden Moränenfragmente gefährlich gemacht wurde. Gleichwohl liessen sich auch aus einiger Entfernung jene schalenförmigen Schmelzflächen im Inneren der Eishöhle unterscheiden, welche von den Gebrüdern Schlagintweit beschrieben und trefflich erklärt wurden [1]). Die Temperatur des Gletscherbaches stand auf 0°,3, die der Luft auf 13°,8 C.

§. 146. So wie sich das Gurglerthal in seinem höheren Theile in zwei Arme spaltet, mit denen es zum Kamme des Gebirges aufsteigt, eben so geschieht dies bei dem *Niederthal* durch eine Theilung in drei, ihrer natürlichen Beschaffenheit nach gleichartige Zweige, die noch überdies aus einem und demselben Punkte radienförmig auslaufen. Diese drei Thäler sind: das Thal des Schalfgletschers, das des Murzollgletschers und das Niederthal. Durch letzteres führt der Weg über das Niederjoch nach Schnals, und in demselben liegt auch der Niederjoch-

[1]) Untersuchungen über die physikalische Geographie der östlichen Alpen, S. 149.

gletscher. Die oberste, durch den Muttmalkamm und den Murzollberg in drei sekundäre Becken getheilte, Kesselmulde des Niederthales schliesst einen Flächeninhalt von nahe einer halben geographischen Quadratmeile ein.

§. 147. Der *Niederjochgletscher* hat zwei Hauptbestandtheile, die einerseits von der Similaunspitze und vom Murzollberge, und anderseits aus der Gegend der Finailspitze kommen; eine grosse Mittelmoräne trennt beide. Ein dritter, weit kleinerer, Zufluss, der Saigletscher, fällt in der Nähe des Gletscherendes auf der linken Seite ein. Längs des Ufers am Murzollberge liegt eine Randmoräne, die jener auf dem Diemgletscher an Grösse nahekömmt. Die Neigung der Gletscheroberfläche ist unterhalb eines etwas stärkeren Abfalls nächst der Firnlinie 6°, in der Höhe des Saigletschers etwa 10° im Mittel. Das Gletscherende gleicht dem des Rothmoosgletschers, und stellt sich als ein schönes, fast ganz klüfteloses halbes Ellipsoid dar. Ein grosses Gletscherthor lässt den Bach in's Freie.

Ich lasse hier einige der wichtigeren Abmessungen dieses Gletschers folgen:

Grösste Länge (Firn und Gletscher)	11532′	3645,3 M.
Vom Gletscherthore bis zum Niederjoch	7452′	2355,5 „
Länge des Firnfeldes	6532′	2064,8 „
„ „ eigentlichen Gletschers (beiläufig)	5000′	1580 „
Area des ganzen Gletschers	57,830400 □′	5,778500 □M.
„ „ Firnfeldes (beiläufig)	47,030400 „	4,699400 „
„ „ eigentlichen Gletschers (beiläufig)	10,800000 „	1,079100 „
Seehöhe des Gletscherausgangs	7300′	2308 M.
Mittlere wahre Neigung des ganzen Gletschers	12° 11′ 30″,4	
„ „ „ bis zum Niederjoch	10° 38′ 24″,3	
Exposition des Gletschers	N. 30° O.	

§. 148. Die Bänderstruktur des Niederjochgletschers liefert das Beispiel eines anfänglich doppelten Ogyvensystems, das allmälig, und ohne die Unterstützung eines plötzlich sich steigernden Gefälls der Eismasse, in ein einfaches übergeht. Die Strukturkurven überziehen zuletzt den Gletscher in sehr flachen, mit dem Ausgangsrande parallel laufenden Bögen, die sich mit den Uferlinien in nicht sehr spitzen Winkeln verschneiden.

§. 149. Das *Rofenthal* ist oberhalb Fend, wo es sich

ziemlich scharf gegen Westen abbiegt, eng und die Ache fliesst in einem spaltartigen, durch die Erosion ausgehöhlten, Bette. Von Rofen angefangen, erweitert sich das Thalprofil dadurch, dass auf der linken Seite die Abhänge der Wildspitze ihre Böschungen mässigen, und 200 bis 300′ ober der Thalsohle eine gegen den Bach sanft abfallende Terrasse bilden, die sich, eine Viertelmeile lang und einige Hundert Schritte breit, bis zu den felsigen Abstürzen des Platteikogels hinzieht, wo das Thal abermals in eine von schroffen Felswänden eingeschlossene Schlucht übergeht. Diese rauhe Thalenge öffnet sich erst wieder an der Mündung des von der linken Seite herabziehenden Vernagtthales, das gegenwärtig bis auf die Sohle des Rofenthales von den Eis- und Schuttmassen des Vernagtgletschers eingenommen ist. Jenseits dieses Gletschers folgt im Hauptthale ein mehr als 4000′ langer eisfreier Zwischenraum, in welchem ein Theil des Thalgrundes auf eine Breite von 150 bis 200′ von Alluvionen bedeckt ist, die eine ziemlich ebene Fläche bilden, und den Boden des berüchtigten Rofner Eissee's bezeichnen. Hierauf kommt der mächtige Eisdamm des, gleichfalls von der linken Seite sich hervordrängenden und die Sohle des Rofenthales erreichenden, Hintereisgletschers, und hinter diesem, nach einem Intervall von etwa 1000′, die Zungenspitze des Hochjochgletschers, an der das Thal endigt.

Das Rofenthal ist demnach eine sehr gletscherreiche Region, die sich von dem Neussberge zwischen dem Hochjoch- und Hintereisgletscher, auf dem Wege zum Hochjoch, noch besser aber von der Höhe des Guslarberges [1]), oberhalb der Rofenthaler Eishütte, in ihrer ergreifenden Erhabenheit und Grossartigkeit überblicken lässt.

Am unteren Ende der vorerwähnten Seitenterrasse des Rofenthales, die von dem üppigsten Wieswachs bedeckt ist, liegen in der Seehöhe von 6465′ = 2043,6 M. die beiden Rofenhöfe, meines Wissens die höchsten stabilen Wohnungen in der österreichischen Monarchie.

---

[1]) Nicht „Gufalar", wie ihn die Karte nennt.

§. 150. Die von dem Kreuzkamm in das Rofenthal herabhängenden Gletscher zeichnen sich durchweg durch die starke Neigung ihrer Oberflächen aus. Der §. 125 hat den grossen Abfallswinkel jenes Kammes nach dieser Seite nachgewiesen, und der Abtrümmerungen des Eises der auf ihm liegenden Gletscher bereits Erwähnung gethan. Bei dem vorderen Kreuzgletscher, der oberhalb des Rofner Seebodens hängt, liegt das Mass des Abfallswinkels gewiss jenseits 50°.

§. 151. Der *Hochjochgletscher* füllt den Hintergrund des Rofenthales aus, und seine Längenaxe liegt nahezu in der Verlängerung des letzteren. Sein ausgedehntes Firnfeld reicht von den Kreuzspitzen im Kreuzkamm bis zum Hintereisgipfel, und lässt, durch die Mittelmoränen, die Bildung von vier Zuflussgletschern erkennen, welche das Gletscherende erreichen. Der von der Finailspitze kommende Zufluss scheint der bedeutendste zu sein. Der Gletscher ist, mit Ausnahme der Ränder im unteren Theile, sehr wenig zerklüftet, wesshalb auch der Uebergang über das Hochjoch, ungeachtet seiner nicht unbedeutenden Höhe, unter die wenigst gefährlichen des Oetzthaler Gebirges gehört. Die Ursache hievon ist das geringe Gefäll und die Ebenheit des Firnfeldes in der Richtung gegen den Hochjochpass. Wie bei dem Gurglergletscher, nur in geringerem Masse, tritt hier eine Art von Hochebene auf, die bei einer Länge und Breite von circa 8000′ = 2500 M. und einer mittleren Seehöhe von 9000′ = 2900 M., in ihrer ununterbrochenen blanken Schneehülle, das Auge durch ihre Monotonie ermüdet.

Die wichtigsten Ausmessungen des Hochjochgletschers sind folgende:

Grösste Länge (Firn und Gletscher)	17780′	5620,3 M.
Grösste Breite des Firnfeldes	14400′	4551,8 „
Gesammtarea	110,937600 □′	11,085000 □M.
Mittlere wahre Neigung des ganzen Gletschers	8° 41′ 6″,4	
Vom Gletscherausgang bis zum Joche	16000′	5057,6 M.
Mittleres Gefäll bis zum Joche	7° 32′ 39″,1	
Exposition des Gletschers	N. 20° O.	
Seehöhe des Gletscherendes	7193′,3	2273,8 M.

Aus den beiden Angaben über das Gefäll der Gletscherober-

fläche geht hervor, dass der Hochjochgletscher dem Gurglergletscher auch noch in so weit ähnlich ist, als bei dem einen wie bei dem anderen das Gefäll in den höheren Theilen namhaft geringer ist als in den tieferen.

Zuletzt muss noch erwähnt werden, dass auch der Hochjochgletscher gegenwärtig stark vorrückt.

§. 152. An den Hochjochgletscher grenzt westlich der *Hintereisgletscher* an, der, seiner Schönheit und Grösse wegen, unter die hervorragendsten Eisbildungen der Oetzthaler Gebirgsgruppe gehört. Der grosse Circus, in welchem dieser Gletscher seine Entstehung findet, ist vom Neussberge, vom Hintereisgipfel, von der Innquellspitze, der Weisskugel (11,841′), dem Langtauferjoch (11,209′), der Hochvernagtwand und vom Guslarberge eingeschlossen. Durch einen von der Hochvernagtwand sich ablösenden Seitenkamm wird dieses grosse Becken in zwei sekundäre Mulden getheilt, in welchen die Firnen der zwei Hauptzuflüsse dieses Gletschers liegen, von denen der südliche *„im hinteren Eis"*, der nördliche *Kesselwandgletscher* heisst.

Es war mir möglich, über den Hintereisgletscher und seine zwei Haupttheile nachstehende Dimensionen auszumitteln:

A. *Zufluss „im hinteren Eis".*

Grösste Länge dieses Zuflusses (Firn und Gletscher)	29040′	9179,7 M.
Länge des Firnfeldes allein	13440′	4248,4 „
Länge des eigentlichen Gletschers	15600′	4931,3 „
Grösste Breite des Firnfeldes	11100′	3508,7 „
Mittlere Breite des eigentlichen Gletschers	2400′	758,6 „
Breite dieses Zuflusses an der Uebergangsstelle zum Neussberge	1320′	417,3 „
Gesammtarea	149,644800 □′	14,952800 □M.
Area des Firnfeldes allein	119,985200 „	11,989200 „
Area des eigentlichen Gletschers	29,659600 „	2,963600 „
Mittlere wahre Neigung dieses Zuflusses, berechnet nach der Weisskugel		9° 31′ 46″,2
Mittlere wahre Neigung dieses Zuflusses, berechnet nach der mittleren Kammhöhe		5° 47′ 12″,9
Exposition desselben		N. 45° O.

B. *Kesselwandgletscher.*

Grösste Länge dieses Zuflusses	17748′	5610,2 M.
„ „ des Firnfeldes	8548′	2702,0 „
„ Breite „ „	11160′	3527,7 „
Länge des eigentlichen Gletschers	9200′	2908,1 „
Mittlere Breite des eigentlichen Gletschers	1400′	443,0 „
Gesammtarea	69,868800 □′	6,981300 □M.

Area des Firnfeldes allein	58,777600 □′	5,873100 □M.
„ „ eigentlichen Gletschers	11,091200 „	1,108200 „
Mittlere wahre Neigung, berechnet nach der mittleren Höhe des Weisskammes		10° 30′ 51″,7
Exposition dieses Zuflusses		O. 55° S.

C. *Der ganze Gletscher.*

Grösste Länge (Firn und Gletscher)		29040′	9179,7 M.
„ „ des Firnfeldes		13440′	4248,4 „
„ Breite „ „		24300′	7681,3 „
Länge des eigentlichen Gletschers		15600′	4931,2 „
„ „ vereinigten „		6800′	2149,5 „
Mittlere Breite des vereinigten Gletschers		2100′	663,8 „
Seehöhe, in der die Vereinigung geschieht [1]		7751′,4	2450,2 „
Gesammtarea	219,513600 □′	21,933900	□M.
Area des Firnfeldes allein	178,762800 „	17,862100	„
„ „ eigentlichen Gletschers allein	40,750800 „	4,071800	„
Mittlere wahre Neigung des ganzen Gletschers		5° 47′ 12″,9	
Mittlere wahre Neigung des vereinigten Gletschers		6° 35′ 6″,5	
Mittlere Neigung des vereinigten Gletschers, ohne die Höhe der Endabdachung (300′)		4° 4′ 46″,6	
Seehöhe des Gletscherausgangs [2]		6966′,3	2202,1 M.
Exposition des vereinigten Gletschers		O. 5° S.	

§. 153. Der Zufluss „im hinteren Eis" ist das Produkt aus sieben bis acht sekundären Gletschern, während der Kesselwandzufluss ein einfacher Gletscher ist. Eine grosse Mittelmoräne, die beinahe die Grösse der auf dem Murzollgletscher befindlichen erreicht, trennt beide Zuflüsse von einander; auch bewahren beide ihre besonderen Ogyvensysteme bis zum Ausgange des Gletschers: bei dem einen wie bei dem anderen liegen die Spitzen der Ogyven in der Mitte der Längenaxen, und ihre Flügel verschneiden sich, sowohl mit der Mittelmoräne als mit den Uferlinien, unter sehr kleinen Winkeln und in grosser Entfernung von den Spitzen.

Der Hintereisgletscher war im Jahre 1847 der Schauplatz wissenschaftlicher Thätigkeit von Seiten der Gebr. Schlagintweit.

§. 154. Der *Vernagtgletscher* ist der nördliche Nachbar des vorigen und hängt mit ihm hinter dem Guslarberge zusammen. Er ist in seiner gegenwärtigen Ausdehnung ein Gletscher erster Ordnung, und seine wichtigsten Abmessungen zeigt das nachstehende Verzeichniss.

[1]) 7543 P. F. nach Schlagintweit. — [2]) 6779 P. F. nach Schlagintweit.

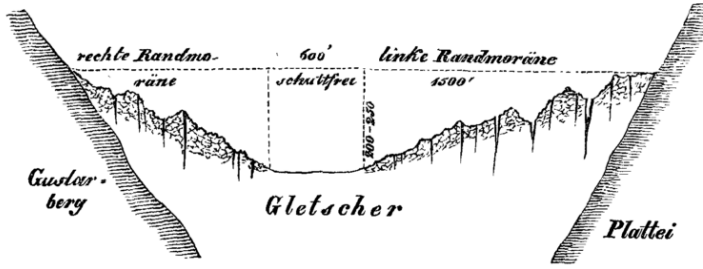
Grösste Länge (Firn und Gletscher)	23928′	7563,6 M.
„ Breite des Firnfeldes	15000′	4741,5 „
Breite des Gletschers am Platteieck	4800′	1517,3 „
„ „ „ „im Brand"	2400′	758,6 „
„ „ „ an der Uebergangsstelle	3164′	1000,1 „
Gesammtarea (Firn und Gletscher)	145,044000 □′	14,493000 □M.
Mittlere wahre Neigung des Gletschers		8° 55′ 7″,°
Exposition des Gletschers		O. 50° S.

Die Komponenten des Vernagtgletschers sind zwei sekundäre Gletscher von ungleicher Grösse, welche zusammen die Hochmulde zwischen dem Guslarberge, einem Theile des Weisskammes und dem Platteiberge einnehmen. Der südliche und kleinere heisst der Rofenthal-, der nördliche und grössere der Hochvernagtgletscher. Ein meist kahler und schroffer Felsgrat, „im hinteren Graslen" genannt, trennt ihre Kare von einander, und gibt einer Mittelmoräne die Entstehung, welche sich als solche bis zur Zwergwand, d. h. bis zum rechtsseitigen Gehänge des Rofenthales, das der Gletscher erreicht, erhalten hat. Das Seitenthal selbst, welches er ausfüllt, heisst das Vernagtthal.

§. 155. Wie der Plan dieses Gletschers (Tab. IX) lehrt, hat derselbe bei seinem Vordringen in das Rofenthal an der Zwergwand nicht inne gehalten, sondern er hat auf der Bergseite dieses Thales sein rechtes Ufer bis auf die Thalsohle umgelegt, und ist auf der entgegengesetzten Seite, nach welcher die Schwere mit ungleich grösserer Kraft auf seine Masse einwirkte, noch etwa 1200′ = 400 M. über die Verlängerung des linksseitigen oberen Gletscherrandes thalabwärts vorgerückt. Er ist dadurch in die Schlucht zwischen dem felsigen Absturze des Platteikogels und der Zwergwand eingedrungen, und hier liegt nun sein eigentlicher Ausgang, in der gewöhnlichen keilförmigen Gestalt, 6504′,7 = 2056,1 M. über dem Meer und mit einem 20′ breiten und 10′ hohen Gletscherthor in dem ungemein steilen Endabfalle. Die Langaxe des Gletschers, deren Richtung im Allgemeinen senkrecht auf das Streichen der Zwergwand steht, biegt demnach von derselben unter einem rechten Winkel nach links hin ab, und geht in einer Entfernung von beiläufig 3000′ abwärts des Wendungspunktes zu Ende.

§. 156. Die bildlichen Darstellungen der Gebrüder Schlagintweit in ihrem Werke über die östlichen Alpen zeigen die Gestalt, die der Vernagtgletscher in den Jahren 1847 und 1848 hatte, und belehren uns über die wilde Energie in dem geheimnissvollen Leben desselben zu einer Zeit, als schon zwei bis drei Jahre nach seinem letzten grossen Ausbruche vergangen waren. Ich selbst hatte im Jahre 1852 die Gelegenheit, ihn zu sehen, und konnte nun die Veränderung wahrnehmen, die sich seither an diesem wunderbaren Eisgebilde zugetragen. Damals stand der Gletscher gleichsam noch in voller Kraft; seine Masse war hoch aufgequollen und stark verschründet; die beiden Ufer in der oberen und unteren Lücke des Rofenthales erhoben sich steil über der Sohle dieses letzteren, und noch war die Mitte des Gletschers sichtlich gewölbt; an der Zwergwand war das Eis unter der Gewalt des Druckes von rückwärts in die Höhe getrieben, und die beiden Randmoränen, obgleich stark entwickelt, hatten kaum jenen Umfang, wie er in dieser Gegend selbst bei weit kleineren Gletschern gesehen werden kann. Wie aber stand es gegenwärtig mit dem Aussehen des Vernagtgletschers! Seine Masse hatte allenthalben beträchtlich abgenommen und ihre Form verändert; die Wölbung in der Mitte war verschwunden, und sah man die Thalwände an, so konnte man erkennen, dass die Oberfläche des Eises, seit dem Zeitpunkte, wo sie am höchsten stand, um nicht weniger als 250 bis 300′ (80 bis 100 M.) eingesunken sei. Von dem Umlegen der früher hoch aufgerichteten Ränder in die obere und untere Oeffnung des Rofenthales habe ich oben bereits gesprochen. Was jedoch den befremdlichsten Eindruck hervorbrachte, das war die ungeheuere Ausbreitung der beiden Randmoränen: denn nicht allein, dass sie in vertikalem Sinne beträchtlich sich vergrössert hatten, so war auch die Trümmermasse rechts und links so weit gegen die Mitte des Gletschers vorgeschritten, dass an der Uebergangsstelle „im Brand" das schuttfreie Stück der Gletscheroberfläche hoch gerechnet nicht mehr als dem *sechsten* Theile einer von einem Ufer zum anderen geführten Querlinie entsprach. Diese eben so ausgedehnte als dichte Schuttdecke hatte

natürlich die Ablation an den seitlichen Theilen des Gletschers verringert, wodurch die Mitte des Eiskörpers, die bei Gletschern, welche unter normalen Bedingungen stehen, höher als die Ränder zu sein pflegt, tief unter das Niveau der beiden Randmoränen gerieth, und nun gleichsam die Sohle eines flachen Thales bildet, in welchem die Abdachungen der Moränen die beiden Bergabhänge vorstellen. Besonders aber ist es die *linksseitige* Randmoräne, die sich durch eine unglaubliche Anhäufung von Schutt und durch ihre Breite auszeichnet. Bei einer Höhe von 200 bis 250′ (65 bis 80 M.) besitzt sie an dem eingehenden Winkel, den der Gletscher bei seiner Wendung in das Rofenthal macht, eine Breite von 1500′ = 475 M. Da ferner hie und da breite und tiefe Randspalten sie durchsetzen, und ihre Oberfläche überhaupt ausserordentlich uneben und von allerlei Kämmen und Thälern durchzogen ist, so wird man es begreiflich finden, dass meine Freunde, die mich begleiteten, zu ihrer Ueberschreitung beinahe eine Stunde Zeit nöthig hatten. Da ich die Schwierigkeiten bei der Passage solcher Moränen kannte, so zog ich es vor, gleich vom Platteiberge den Weg über das schuttfreie Eis zu wählen, wobei ich mich freilich, unter einiger Gefahr, durch die spaltenreiche Region an dem vorhin genannten eingehenden Winkel durchwinden musste.



Diese Figur zeigt beiläufig das Profil des Gletschers an der bezeichneten Stelle in seiner gegenwärtigen Gestalt.

§. 157. Diese grosse Ausbreitung der Moränen unter gewissen Umständen ist weder von Charpentier und Agassiz, noch von den Gebrüdern Schlagintweit, in den betreffenden theoretischen Abhandlungen, richtig erklärt worden, und erst Albert

Mousson hat diese Erscheinung in seinem mehr kompilatorischen, aber mit der Schärfe und Gewandtheit eines denkenden Physikers geschriebenen Werke: „die Gletscher der Jetztzeit", gut, wiewohl nicht ganz vollständig, erklärt. J. de Charpentier lässt die im Eise eingeschlossenen Felstrümmer durch einen ganz unmöglichen Vorgang nach und nach auf die Oberfläche des Eises emporgehoben werden, und dadurch die Masse des daselbst bereits aufgehäuften Schuttes sich vergrössern [1]); Agassiz hingegen schreibt die wachsende Anhäufung dieses Schuttes auf dem unteren Gletscher der langsameren Bewegung desselben in dieser Region zu [2]); die langsamere Bewegung aber kann wohl die Auseinanderzerrung der Moräne verhindern, sie wird jedoch an der relativen Lage der Steintrümmer wenig ändern, und noch weniger die Trümmermasse selbst vergrössern. Die Erklärung Hugi's vergleicht das Erscheinen der im Eise eingeschlossenen Körper auf der Oberfläche mit der Wirkung lebendiger Organismen [3]), eine Auffassungsweise, die zwar volksthümlich ist, aber vom wissenschaftlichen Standpunkte keine weitere Beachtung verdient. Nach den Gebrüdern Schlagintweit endlich soll die Anhäufung des Moränenschuttes dann geschehen, „wenn der Gletscher durch Hindernisse der Unterlage, durch Breiterwerden wegen veränderter Thalform gezwungen wird, sich langsamer zu bewegen, oder die geradlinige Fortsetzung seines Laufes mit einer mehr seitlichen Richtung zu vertauschen" [4]). Man sieht, dass auch diese Erklärung nicht ausreicht; denn sowohl der

---

[1]) „Essai sur les glaciers", p. 68.

[2]) „Plus ce ralentissement (du mouvement) est sensible, plus aussi les debris de la moraine se serrent les uns contre les autres." Système glaciaire, p. 116.

[3]) „So scheidet auch das Zellgewebe organischer Körper bei seinem Uebergange zu festen Gebilden jede fremdartige Masse aus, und scheidet sie bei fortwährender Entwicklung aus dem Körper." Ueber das Wesen der Gletscher u. s. w. S. 103. — Auch Agassiz hat in seinen „Etudes sur les glaciers" das wirkliche Aufsteigen von im Eise eingeschlossenen Steinmassen gegen die Oberfläche des Gletschers angenommen, und diesen Process auf eine zwar sinnreiche, aber dennoch unhaltbare Weise zu erklären versucht, S. 195. Er ist später von dieser Ansicht wieder abgestanden.

[4]) „Untersuchungen" u. s. w. S. 69 ff.

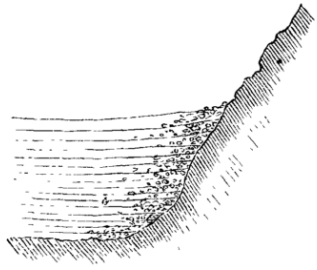
Glacier des Bois als auch die Pasterze bewegen sich unten, wo ihre Moränen sich so wie bei den meisten anderen Gletschern ausbreiten, schneller als oben; auch kann bei dem Aar- und Zmuttgletscher in der Schweiz, dann bei dem Rothmoos-, Murzoll- und Hintereisgletscher in Tyrol u. a. m. eine stetige und gleichmässige Zunahme und Ausbreitung des Moränenschuttes wahrgenommen werden, ungeachtet alle diese Gletscher gegen den Ausgang zu in ihrer Breite abnehmen und ihre gerade Richtung unverändert beibehalten. Es sind überhaupt bei viel zu wenigen Gletschern die Bewegungsgeschwindigkeiten in verschiedenen Höhenregionen derselben wirklich gemessen worden, um einen Zusammenhang dieser Geschwindigkeiten mit der relativen Grösse der Moränen darlegen zu können. Die eben angeführten Thatsachen machen es indess gewiss, dass die Vergrösserung der Moränen nach abwärts, namentlich aber die Volumenzunahme ihrer Trümmermasse nicht aus jenen Ursachen hervorgehe, welche von Agassiz und Schlagintweit hiefür angegeben werden.

Die richtige Erklärung ist so einfach, dass man sich wahrlich wundern muss, warum man sie nicht gleich von vorneherein erkannt hat. Mousson gibt diese Erklärung auf folgende Weise: „Indem sie [die Ablation] von der Firngrenze an bis zum Ende des Gletschers folgeweise alle Tiefen des Eises erreicht, alle Schichten desselben auflöst, führt sie allmälig auch den ganzen Stein- und Trümmerinhalt desselben an das Tageslicht. Die Trümmer, welche einzeln zerstreut, oder auf wenige Stellen vereinigt, im Vergleiche mit der ungeheueren Eismasse verschwanden, genügen, an der Oberfläche ausgeschieden und in *eine* Fläche gesammelt, eine vollständige Bedeckung des Gletscherendes zu bilden" [1]). Hiernach ist es weder die Langsamkeit der Bewegung, noch die Erweiterung oder Krümmung des Gletscherbettes, sondern die Abschmelzung allein, die die Trümmermasse der Moräne vergrössert. Indem sie jährlich um eine Stufe tiefer in das Innere des Eiskörpers greift, vermehrt sie in jedem Jahre die an einem beliebigen Punkte der Moräne schon vorhandene

[1]) „Die Gletscher der Jetztzeit", S. 65.

Trümmermenge um eine Jahresquote, bis endlich der Gletscher sein Ende erreicht, oder der im Eise selbst eingeschlossene Trümmervorrath sich erschöpft hat. Die nachfolgende Auseinandersetzung soll die Art und Weise dieses Vorgangs erläutern, wobei es ihr vielleicht gelingen wird, einige neue und mehrere hieher einschlägige Wahrnehmungen erklärende Gesichtspunkte aufzustellen.

§. 158. In jedem Jahre wird die Firnregion des Gletschers mit einer neuen Schneelage bedeckt, und in diese Lage vergräbt sich jedes Jahr ein gewisses Quantum von Felsschutt, der durch allerlei Processe gebildet, und theils durch die Aktion der Schwere, theils durch Wind, Wässer, Blitzschläge u. dgl. auf das Firnfeld abgesetzt wird. Dies Alles kann selbstverständlich nur bei jenen Gletschern oder Gletscherzuflüssen geschehen, in deren Firnmulden sich felsige Uferstellen befinden. Diese Trümmer werden sich in der Regel bei ihrem Herabstürzen auf den Gletscher nicht weit von dem Orte ihrer Entstehung entfernen können, und zwar desshalb, weil zur Zeit der grössten Schneeschmelze, wo auch die Abtrümmerung des aufgelockerten Gesteins am häufigsten vor sich geht, der Schnee noch eine weiche Masse ist, in welche die abrollenden Felsfragmente alsbald versinken, oder auf der sie wenigstens nach kurzer Zeit, selbst wenn der Rand des Firnfeldes stark geneigt sein sollte, zum Stillstand gebracht werden. Nur die kleineren Bruchstücke, dann Erde, Sand und Staub, treibt der Wind gelegentlich auf die entlegeneren Theile des Firnfeldes hinaus, wo sie in ihrer Vertheilung dem Firne jene reine weisse Farbe benehmen, durch die sich der frischgefallene oder nicht verunreinigte Schnee auszeichnet. Das Randstück der Firnmasse ist daher bis auf eine grössere oder geringere Entfernung vom Ufer, die jedoch, im Verhältniss zur gewöhnlichen Breite des Firnfeldes, immer nur eine unbedeutende sein wird, und bis auf den Gletschergrund hinab, mit Felstrümmern der verschiedensten Grösse untermengt, deren jährliche Schichtung der nachstehende Holzschnitt verbildlicht. Es ist klar, dass in besonderen Fällen einzelne grössere Felsstücke auch weiter als die übrigen in das Firnfeld hinaus geworfen werden können.

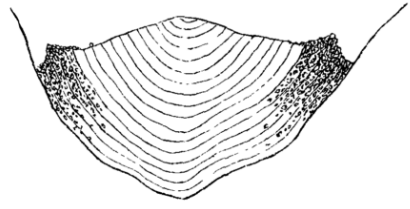


Rückt nun eine beliebige Stelle des Firnrandes unter die Firnlinie herab, so wird jeder Sommer eine neue Schichte Eis von der Oberfläche des Gletschers entfernen, und dadurch eine immer grössere Menge der eingeschlossenen Felstrümmer von ihrer starren Hülle frei machen. Ist nun die Dicke der jährlich durch Schmelzung und Evaporation von der Gletscheroberfläche verschwindenden Eisschichte dem jährlichen Zuwachse an Firn nahezu äquivalent, so wird mit jedem Sommer beiläufig die Trümmermenge eines Jahres aus dem Eise zu Tag treten, und die schon vorhandene Schuttmasse vermehren. Beträgt also das Mass der Vorrückung eines Punktes in der Moräne 100′ im Jahre, so wird, in der Entfernung von 500′ abwärts der Firnlinie, das Trümmerquantum der Moräne ungefähr fünfmal so gross sein, als es im Jahre des Austritts jenes Punktes aus der Firnregion gewesen ist. In der Natur wird dieses Verhältniss freilich nur selten sich bewähren, indem nicht allein Bewegung und Ablation, sondern auch der Schutteinschluss des Eises für die einzelnen Jahre von ungleicher Grösse sind. Anderseits wird die Moräne zuweilen durch die Erhöhung ihrer Eisunterlage und durch ihre Ausbreitung unverhältnissmässig vergrössert scheinen, nebenher aber, durch das Abstürzen ihrer Bestandtheile in die Gletscherspalten, von ihrem Volumen thatsächlich verlieren.

Hier muss jedoch die für den Gegenstand wichtige Frage erhoben werden, in welcher Lage sich der Eiskörper, der oberhalb der Firnlinie seine Schneeschichtung, und an den seitlichen Theilen die des Moränenschuttes, in *horizontalem* Sinne empfing, den seine Substanz zur Auflösung bringenden Einflüssen der Wärme und Verdunstung darbietet. Diese Lage wird, je nachdem sie in der ursprünglichen wagrechten Weise verharrt, oder sich ändert, einen wesentlich verschiedenen Effekt auf die Gestalt und den Anwachs der Moränen äussern. Die gründliche Beantwortung dieser Frage greift jedoch sehr tief in die Lehre

von der Gletscherstruktur ein, wesshalb ich aus diesem Theile der Theorie blos die für unseren gegenwärtigen Zweck erforderlichen Resultate herüberholen, und die wissenschaftliche Begründung derselben, gegenüber den divergirenden Ansichten Anderer, einer späteren Gelegenheit vorbehalten will.

Vielfache Erfahrungen lassen den Schluss zu, dass sich in der Gletschermasse, sei es oberhalb der Firnlinie, oder im eigentlichen Gletscher selbst, die ursprüngliche Schichtung aus den jährlichen oder periodenweisen Schneefällen kennbar erhalte, und dass ein gewisser Theil der das weisse Gletschereis durchsetzenden Bänder blaulichen Eises die einzelnen Schichten unter einander abgrenze, und dadurch ihr Streichen und Einfallen ersichtlich mache. Hält man diese Ansicht fest, so wird ein weiterer Schluss auf die Veränderung möglich sein, welche die in der Firnregion nahezu horizontale Schichtenlage in dem meist engen Gletscherthale abwärts der Firnlinie erfahren muss. Die Schichten streichen hier, am Rande und bis auf eine grössere oder geringere Entfernung gegen die Gletschermitte gewöhnlich parallel mit dem Ufer, und fallen ebenfalls parallel mit demselben, also gegen die Axenlinie des Gletschers ein. Es würde zu weit führen, den einfachen und natürlichen Zusammenhang dieser Schichtungsverhältnisse des Näheren zu erläutern, einen Zusammenhang, der von Manchen vielleicht weniger aus objektiven Gründen als einem Systeme zu Liebe, dem er im Wege stand, geläugnet wurde. Die vorige Figur hat den horizontalen Schichtenlauf in der Firnregion gezeigt, die nebenstehende Zeichnung stellt die Anordnung der Schichten nach dem Querprofil im unteren Gletscher dar.



Es leuchtet ein, dass bei dieser Art Schichtenstellung die im Eise eingeschlossene Trümmermasse, mit Rücksicht auf ihre allmälige Befreiung aus dem umhüllenden Eise, ein ganz anderes Verhalten beobachten werde, als wenn angenommen wird, die Gletschermasse fliesse wie eine

halbzähe Flüssigkeit, ohne Schichtung, und daher auch ohne Aufstellung der Schichten, dem Gletscherausgang zu. Ist letztere Ansicht die richtige, so muss der Schuttinhalt des Eises jene Lagerungsverhältnisse bewahren, welche sich oben, bei dem ersten Einsinken des Schuttes in den Firn, gebildet haben; er wird demnach am Rande des Gletschers durch die ganze Dicke der Eismasse in unveränderter Dichtigkeit bis auf den Gletschergrund hinabreichen. Dies wird jedoch nach der von uns adoptirten Auffassungsweise der Gletscherstruktur nicht der Fall sein können; denn werden die Schichten im unteren Gletscher aufgestellt, so muss sich die Trümmermasse gegen die Tiefe hin allmälig vermindern, und zuletzt gänzlich verlieren, wenn anders die Mächtigkeit des Gletschers grösser ist, als die horizontale Ausbreitung des Schuttes auf dem Firnfelde gewesen; die grösste Schuttmenge aber wird offenbar immer zunächst der Oberfläche im Eise eingeschlossen sein. Noch zwei andere nicht unwichtige Konsequenzen können aus diesen beiden Vorstellungsarten, bezüglich der Anordnung des Schuttes im Eise, abgezogen werden. Findet nämlich keine Aufstellung der ursprünglichen Firnschichten im unteren Gletscher statt, und fliesst die Eismasse etwa wie ein Lavastrom gegen die tieferen Punkte des Thales ab, so muss sich das Trümmerresiduum der aufgelösten Eisschichte eben so allmälig gegen die Gletschermitte hin verlieren, und auf dieser Seite jene unsichere Grenze zeigen, wie es bei diesen Trümmern auf dem Firnfelde der Fall war; hat sich jedoch die Schichtung des Firns im Gletscher fortgesetzt, und die angedeutete Veränderung in ihrer Lage erfahren, so wird irgendwo das schutteinschliessende Eis mit dem schuttfreien scharf abschneiden (s. obige Zeichnung), und daher auch die Moräne dort, wo sie noch keine laterale Erweiterung durch Abgleiten erfahren hat, einen eben so scharf begrenzten Rand zeigen.

Die Erscheinungen in der Natur stimmen in der That mit der letzterwähnten Ansicht vielfältig überein. So sehen wir die Moränen in der Nähe der Firnlinie, wenn sie anders gleich in ziemlicher Stärke auftreten, von scharf gezeichneten Rändern eingeschlossen. Auf dem Hochjochgletscher beobachtete ich

z. B. eine Mittelmoräne, die eine ziemliche Strecke weit abwärts der Firnlinie in so bestimmte und geradlinige Grenzen eingeschlossen war, als wäre sie durch Menschenhände zusammengetragen worden; andere Beispiele dieser Art kann Jedermann aus der schönen und in grossem Massstabe gezeichneten Karte des Unteraargletschers, zu dem „Système glaciaire" von Agassiz gehörig, ohne Mühe selbst entnehmen, und ein weiteres Argument für diese Auffassungsweise der Gletscherstruktur wird sich leicht aus der aufmerksamen Betrachtung des Lauteraarzuflusses in derselben Karte ergeben. Wie die Schichtenkarte (Pl. III) nachweist, gelangt nämlich dieser mächtige Zufluss auf seiner rechten Seite nicht dahin, seine Schichten aufzustellen, wesshalb er auch hier, ungeachtet seiner bedeutenden Länge, keine kräftige Moräne entwickelt, obgleich er, bei seinem Ausgange in der Nähe des Punktes Nr. XI, seinen ganzen reichen Trümmervorrath fast mit einem Male an das Tageslicht fördert. — Wir sehen ferner viele Moränen oft schon in geringer Entfernung von der Firnlinie mit grosser Macht auftreten, was gewiss nur dadurch möglich ist, dass der Gletscher, in Folge der Aufrichtung seiner Schichten, gleich im ersten Jahre nach seinem Austritt aus der Firnregion in der Lage ist, ein verhältnissmässig bedeutendes Trümmerquantum aus dem Eise frei zu machen. So sind z. B. die rechte Randmoräne des Spiegel- und des Diemgletschers, dann die linke des Latsch- und des Hintereisgletschers und viele a. m. gleich von der Firnlinie an sehr mächtig. — Wir finden, selbst bei jenen Gletschern, die keine steile und hohe Randabdachung besitzen, den Rücken der Randmoräne, d. h. die Linie der grössten Schuttanhäufung, nicht ober dem eigentlichen Gletscherrande, sondern etwas einwärts desselben und beiläufig in der Mitte des von der Moräne occupirten Eisstreifens, was auch der Grund ist, warum sich bei den meisten Mittelmoränen die beiden Randmoränen, aus denen sie gebildet werden, eine mehr oder minder grosse und zuweilen sogar erst eine beträchtliche Strecke weit unterhalb des Vereinigungspunktes der zwei Zuflüsse zu einem Körper vereinigen. Eben so lässt sich die häufig vorkommende Anordnung der Moränen in

zwei oder mehrere abgesonderte Rücken wohl durch die Aufstellung der Gletscherschichten, nicht aber durch die aus der angenommenen Zähflüssigkeit der Gletschermasse abgeleitete Struktur des Eises genügend erklären. Solche Moränenrücken entstehen nämlich durch den relativ grösseren Schutteinschluss einer oder auch mehrerer nahe bei einander liegender Schichten, der sich selbstverständlich auf der Oberfläche des Gletschers nach dem Streichen der betreffenden Schichten anordnen muss. Interessant endlich ist die Verwunderung, welche Desor, dem man jedenfalls eine grosse Bekanntschaft mit dem Gletscherphänomen zugestehen wird, darüber empfand, als er eines Tages auf dem Grindelwaldgletscher einen Stein antraf, der in einer Spaltenwand unfern des Ufers stak [1]). Dies will nichts Anderes sagen, als dass das Gletschereis, abgesehen von den Verunreinigungen durch Sand und Staub, stets frei von Schutt gefunden wurde, ein Umstand, der, in der Meinung des Volkes, dem Gletscher die Fähigkeit verlieh, selbstthätig alle fremden Körper auszuscheiden. Die wahre Ursache aber liegt darin, dass bei der Aufstellung der ursprünglichen Firnschichten im Gletscher eine gewisse und vielleicht sogar eine kleine Zahl von Jahren hinreicht, um den im Eise vergrabenen Felsschutt auf der Oberfläche zu vereinigen. Ich bin der Meinung, dass, nach dem bekannten Betrage der jährlichen Ablation, in den meisten Fällen schon 15 bis 20 Jahre hiezu genügen werden. Nimmt man die durchschnittliche tägliche Bewegung eines Randpunktes zu 30^{mm} an, so wird schon 500 bis 700′ (165 bis 220 M.) unterhalb der Firnlinie der ganze Trümmerinhalt des Gletscherrandes aus dem Eise herausgeschafft sein; bei den Mittelmoränen wird dieser Punkt, je nach dem Abstande ihres Entstehungsortes von der Firnlinie und je nach dem Masse ihrer schnelleren Bewegung, weiter abwärts zu liegen kommen.

Es versteht sich von selbst, dass bei der vorhergehenden Betrachtung von jener Vergrösserung der Randmoränen abgesehen wurde, welche ihnen auf dem eigentlichen Gletscher von

[1]) Desor: „Excursions et séjours dans les glaciers", I. p. 211.

Seiten der ihn einschliessenden Thalwände direkt zu Theil werden kann.

Ich habe diesem Gegenstande hier desshalb eine ausgedehntere Beachtung zugewendet, weil er ganz wohl geeignet ist, auf die bisher noch dunklen und verworrenen Ansichten über die Gletscherstruktur, über die erst volle Klarheit herrschen muss, wenn eine allgemein giltige Gletschertheorie zu Stande kommen soll, einiges Licht zu werfen.

§. 159. Die ausserordentliche Schuttanhäufung des Vernagtgletschers steht mit der Entstehungsweise des unteren Gletschers in Zusammenhang; diese aber wird erst weiter unten der Gegenstand einer übersichtlichen Darstellung sein. — Eine Zahl schöner Gletschertische, von denen mehrere 3 bis 4′ hoch waren, standen zerstreut auf dem Gletscher umher, und an der vorspringenden Ecke der linken Seitenmoräne fand sich eine Gruppe von 10 bis 12 Schuttkegeln; zwei weitere Exemplare dieser Art, von denen eines die Höhe von 12′ hatte, erhoben sich weiter unten, wo der Gletscher bereits ein ziemlich bedeutendes Gefäll angenommen hatte. In dieser Gegend biss auch ein etwa 5 CM. dickes Schmutzlager aus dem Eise aus; es bestand aus gelber Thonerde, die mit kleineren und grösseren Steinstückchen, letztere bis zum Umfange einer Haselnuss, untermengt war.

§. 160. Der Abfallswinkel der Gletscheroberfläche war im Vernagtthale nicht bedeutend, und schwankte zwischen 6 bis 12 Graden. In der bis zur Zwergwand verlängerten Langaxe des Gletschers aber lag der tiefste Punkt ober dem Thalwege des Rofenthales; von diesem Punkte nämlich erhob sich das Eis wieder ein wenig gegen die Zwergwand hin, fiel aber rechts und links gegen das Rofenthal ab. Nach einer oberflächlichen Barometerbestimmung stand dieser Punkt nicht mehr als 220′=69,5 M. über dem unteren Gletscherthor. Es hatte sich demnach die Mächtigkeit der Eismasse, welche im Jahre 1847 von den Gebrüdern Schlagintweit mit 487′ = 154 M. bestimmt wurde, in nicht ganz *zehn* Jahren um mehr als die Hälfte verringert [1]).

[1]) Nimmt man die Höhe des jetzigen Gletscherthores, am Fusse des Plattei-

Zu einem ähnlichen Schlusse berechtigt das Aussehen des Platteikogels auf der Seite des Vernagtthales, wo die Spuren der letzten grossen Bewegung dieses Gletschers bis auf die Höhe von 300′ über der Randmoräne sichtbar sind.

§. 161. Die Bänderstruktur des Vernagtgletschers zeigt in seinem unteren Theile ein einfaches Ogyvensystem. Die Bögen sind, wenn man die Randmoränen mit in Rechnung bringt, ziemlich spitz, und ihre Arme verlieren sich parallel mit den Ufern unter dem Schutte der Moränen. In hohem Grade überraschend aber ist die ausserordentliche und hier als Regel auftretende Verkrümmung und Faltung der blauen Bänder, die namentlich auf dem im Rofenthale liegenden Theile des Gletschers deutlich wahrgenommen werden kann. Die auf der XI. Tafel mitgetheilte Zeichnung gibt die naturgetreue Abbildung einer merkwürdig verkrümmten und verschlungenen Bänderparthie, welche sich in der Nähe des grossen Schuttkegels vorfand, und noch immer nicht so arg verworren und gefaltet war als andere, auf die ich nachher gestossen bin. Jene Bänderparthie stellt ein System theils rund gebogener, theils scharf gebrochener, oft in sich selbst zurückkehrender Lamellen weissen und blauen Eises dar, unter welchen die blauen eine Breite von 3^{mm} bis zu 7 CM. hatten, und sich von dem anliegenden weissen Eise nicht allein sehr deutlich, sondern auch sehr zierlich abgrenzten. Als ich die Stelle mit meinem Taschenmesser ein wenig ebnete, gewann sie ganz das Aussehen eines dicht gebänderten Chalcedons. Alle diese blauen Streifen, mit Ausnahme eines in der Mitte liegenden birnförmigen Kerns und einer, durch ihre veränderliche Breite und ihr plötzliches Aufhören leicht erkennbaren, Lamelle, waren unter sich mehr oder minder parallel, oder sie vereinigten sich mit einander; nur die letzterwähnte Lamelle allein durchschnitt die übrigen unter spitzen Winkeln und bewies dadurch, dass sie später als die anderen und durch eine andere Ursache entstanden sei. — Wer dürfte wohl unter dem Anblicke solcher Verwick-

---

berges, nur um 20′ tiefer an als jenes im Jahre 1847, so beläuft sich die Niveauänderung der Gletscheroberfläche an diesem Punkte auf 287′ = 90,7 M.

lungen in dem Verlaufe der blauen Bänder ferner noch bei der Ansicht verharren, dass diese Bänder im weissen Gletschereise jene ausgefüllten Trennungsflächen seien, welche durch die Bewegungsdifferenz ungleich weit von der Gletscheraxe entfernter Punkte entstehen, und den Eiskörper der Länge nach und parallel mit der Axe durchziehen sollen? [1]) — eine Erklärungsweise, die ausserdem durch Hopkins auf analytischem Wege schlagend widerlegt wurde [2]). Es ist hier nicht der Ort, diese übrigens in hohem Grade interessante und lehrreiche Kontroverse des Näheren zu erwähnen.

Nach meiner Meinung lässt sich die vorbeschriebene Verkrümmung der blauen Bänder aus der, durch den Wind verursachten, Störung in der gleichmässigen Auflagerung der einzelnen atmosphärischen Niederschläge und durch ungleiche Abschmelzung derselben, in Folge lokaler und zufälliger Umstände, alles dieses oberhalb der Firnlinie gedacht, ohne viele Schwierigkeit erklären. Jedermann weiss, wie anscheinend launenhaft der Wind mit allen lockeren und leicht beweglichen Massen, mit Schnee, Sand u. dgl., umzugehen pflegt; wie er, durch einen kleinen Vorsprung oder eine unbedeutende Vertiefung veranlasst, den Schnee in die seltsamsten Formen zusammenweht, hier tiefe Löcher aushöhlt, dort scharfe Kanten schneidet u. s. f. Es bedarf durchaus keiner schwierigen oder gewagten Kombinationen, um diese und andere ähnliche Faltungen der blauen Bänder befriedigend zu erklären.

§. 162. Die *Geschichte des Vernagtgletschers* kennzeichnet diesen als ein Individuum, das unter seines Gleichen eine ziemlich exclusive Stellung einnimmt. Er ist nämlich für gewöhnlich weitaus nicht so lang als gegenwärtig, und die Differenzen, die seine Länge zu verschiedenen Zeiten gezeigt hat, sind so bedeutend, dass er bald als ein Gletscher der ersten, bald als einer

---

[1]) Forbes, III[d] and V[th] letter on Glaciers; Travels etc., p. 171, 373, 374, 375 der deutschen Ausgabe von Leonhard; Illustrations of the Viscous theory, Jahrgang 1846 der Philos. Transactions, p. 145, 146, 174, 200, 203, 206.

[2]) Hopkins, in Jameson's Philosophical Magazine and Journal of Science, V. XXVI. 1845, 2[d], 3[d] and 4[th] letter.

der zweiten Ordnung klassificirt werden kann. Steht nun diese Länge in ihrem Minimum, so liegt die Zungenspitze des Gletschers hoch oben im Vernagtthale, etwas unterhalb von Hintergraslen, und kann vom Rofenthale aus nicht einmal gesehen werden. Die Entfernung derselben von der Rofenthaler Ache beträgt in solchen Zeiten zwischen 4000 und 5000′. Nach einer längeren Reihe von Jahren aber beginnt der Gletscher eine Oscillation ungewöhnlicher Art, wobei er, mit grösserer oder geringerer Schnelligkeit, gegen das Rofenthal herabwächst, die gleichnamige Ache in 2 bis 4 Jahren erreicht, einige Zeit darauf seinen Schub nach abwärts einstellt, sofort abschmilzt und nach 25 bis 35 Jahren wieder in seine alten Verhältnisse zurückkehrt.

Sechs solcher Oscillationen sind urkundlich nachgewiesen worden, und es fallen dieselben in die nachfolgenden Jahre:

1. Anfang 1599, Ende 1601,
2. „ 1626, „ unbekannt,
3. „ 1677, „ 1681,
4. „ 1770, „ 1772,
5. „ 1820, „ 1822,
6. „ 1843, „ 1847.

Die erste dieser Zahlen zeigt den Beginn, die zweite das Ende der vorschreitenden Bewegung und Massenvermehrung der Gletscherzunge, nicht aber auch ihre Rückkehr in die vormaligen Grenzen an, welche, wie erwähnt, bei den grösseren Ausbrüchen erst in 25 bis 35 Jahren stattfand. Mousson hat diese, auch in dem Werke der Gebrüder Schlagintweit vorkommenden, Zahlen in so fern unrichtig aufgefasst, als er, bei den Angaben über das Ende der Oscillationen, für die mit den Nr. 3 und 4 bezeichneten [1]) 7 und 5 Jahre, bei der sub Nr. 2 angeführten aber 34 Jahre als die Dauer der Oscillation ansetzt. Wer den ungeheueren Betrag dieser Schwankungen kennt, der wird unmöglich glauben können, es sei das Gletscherende, wenn es einmal die Rofnerache erreicht oder ihr nahe gekommen, in 5 bis 7 Jahren wieder an seine alte Stelle zurückgekehrt.

---

[1]) „Die Gletscher der Jetztzeit", S. 180.

Unter den oben angeführten Oscillationen des Vernagtgletschers gehören die erste, dritte, vierte und sechste unter die grossen, die zweite und fünfte unter die kleineren.

§. 163. Von der Oscillation der Jahre 1599 bis 1601 sind nur spärliche Notizen vorhanden; sie rühren von dem Anwalte Johann Kuen und seinem Sohne Benedikt, beide aus Lengenfeld, her, und sind in einem Aufsatze niedergelegt, der den Titel: „Ueber die Ausbrüche der Ferner und Wildbäche im Oetzthal von 1600 bis 1715" führt. Dieser Schrift zu Folge war der in Rede stehende Ausbruch des Vernagtgletschers schon damals keine neue Sache mehr, „nachdeme derselbe sich *seiner natürlichen Gewohnheit nach* in das Thal heruntergesetzet". Der Gletscher erreichte die Zwergwand im Jahre 1599 [1]), verlegte dadurch den Abfluss der Rofenthaler Ache, welche sich sofort zu einem gewaltigen See aufstaute, im folgenden Jahre den Eisdamm durchbrach, und ihre gesammelten Wassermassen unter grossen Verwüstungen über das Oetzthal ergoss. — Diese Anstauung der Rofenthaler Ache geschah auch nachher jedesmal, und musste geschehen, wenn das Zungenende des Gletschers die Zwergwand erreichte, und eben desshalb wird den Bewohnern des Oetzthales, namentlich jener Gegenden, wo die Gewässer sich mehr ausbreiten und das Werk der Zerstörung in grösserem Masse betreiben können, jede grössere Oscillation des Vernagtgletschers zu einem Gegenstande des höchsten Belanges und der peinlichsten Besorgniss. Die Geschichte der grossen Vorrückung des Gurglergletschers in den Jahren $17^{16}/_{17}$ (siehe oben §. 116) hat uns durch ein interessantes religiöses Ereigniss, zwar indirekt, doch deutlich genug, gezeigt, bis zu welchem Grade diese Besorgniss steigen kann. Schon hat auch, gelegenheitlich des letzten, ungemein verheerenden Hauptausbruchs des Rofner Eissee's im Jahre 1845, die Staatsverwaltung auf die Anwendung jenes Mittels gedacht, welches in Zukunft die Verdämmung des Thales durch die Eismasse des Gletschers zu hindern geeignet wäre,

[1]) Es ist hiernach anzunehmen, dass die vorrückende Bewegung schon im nächsten oder zweitnächsten Jahre vorher ihren Anfang genommen habe.

und dieses Mittel, wenn ich nicht irre, in der Erbauung einer Gallerie über der Rofenthaler Ache erkannt. In der That, es scheint dies das einzige Mittel zu sein, welches, mit Rücksicht auf die lokalen Verhältnisse, den gewünschten Erfolg zu gewähren verspricht.

§. 164. Die nächste, jedoch weit geringere, weil von keiner Seebildung begleitete Oscillation des Vernagtgletschers geschah im Jahre 1626 [1]). Aber wenn auch die Eiszunge diesmal die Zwergwand nicht erreichte, und überhaupt nur von einem Anwachsen des Gletschers gesprochen wird, so muss letzteres dennoch ein bedeutendes gewesen sein, weil im Lande der kleinen Gletscherschwankungen niemals als von etwas Ungewöhnlichem Erwähnung geschieht, die Kunde jenes Anwachsens aber bis nach Lengenfeld getragen wurde.

Der nächste Ausbruch des Gletschers war ein grosser, und fand im Jahre 1677 statt. Er zeichnete sich sowohl durch seine erstaunlichen Verhältnisse, als auch durch die namenlosen Verwüstungen aus, welche die darauf folgenden Seeentleerungen im Oetzthale anrichteten. Damals stieg der Gletscher, so weit die Nachrichten gehen, in zwei Jahren bis zum Bette der Ache herab, und gewann hier, schon im Jahre 1677, die Breite von 4000 Schritten oder 9600′ (3035 M.). Mit dieser Breite stand ohne Zweifel die Höhe des herabwachsenden Eiskörpers im Verhältniss. Bedenkt man nun, dass derselbe Gletscher in seiner letzten grossen Oscillation im Jahre 1843 bis 1847, bei einer Breite von weniger als 4000′ = 1264 M. ober der Ache, die Mächtigkeit von 500′,4 = 158,2 M. erreichte, so wird man sich einen Begriff von den kolossalen Dimensionen bilden können, die er im Jahre 1677 angenommen haben mochte. Welche Wassermasse musste demnach der See enthalten haben, nachdem er *ein Jahr* lang Zeit hatte, sich anzustauen, und es ihm zuletzt gelang, den ungeheueren Eisdamm zu durchbrechen! Dies geschah zum erstenmale im Sommer 1678, wo denn „die Gewässer völlig und erschrecklich, mit vorangehendem, stinkendem Nebel, mit

[1]) Siehe die vorerwähnte Schrift von Johann und Benedikt Kuen.

Sausen und Brausen herausgebrochen, dazumal viel Häuser, Wege, Strassen und Brücken im Oetzthal verrennet worden . . u. s. w." Weitere Seeausbrüche erfolgten in den Jahren 1679, 1680 und 1681, und erst 34 bis 36 Jahre nach dem Anfange der Bewegung verschwanden auf der Sohle des Rofenthales die letzten Reste des Eises.

§. 165. Die nächstfolgende Bewegungsperiode nahm schon einige Jahre vor 1770 ihren Anfang, zur Zeit nämlich, wo zuerst ein bedeutendes Herabdrängen des südlichen Gletscherarmes, d. h. des Rofenthaler Zuflusses, wahrgenommen wurde. Als dann später auch der Hochvernagtgletscher seine Bewegung begann, und beide Zuflüsse, unterhalb der Felsenecke bei Hintergraslen, sich vereinigten, gewann die Vorrückung ein so hohes Mass der Geschwindigkeit, dass sie, nach Aussage der Thalleute, 150′ = 47,4 M. in der Woche betrug. Dabei war die Zerklüftung des Gletschers vollständig und das Getöse in seinem Inneren ohne Unterbrechung. Im August 1771 erreichte der Hauptkörper des Gletschers das Bett der Rofenthaler Ache, bewirkte sofort die Bildung des Eissee's, und wuchs bis zum Juli des nächsten Jahres an der Zwergwand auf die Breite von 2400′ und die Dicke von 450′ an. Damit aber hatte diese Oscillation ihr Maximum erreicht; der See floss, ohne Schaden zu thun, ab, und der Gletscher selbst trat in den darauf folgenden Jahren ohne Unterbrechung seinen Rückzug an.

§. 166. Die Schwankung von 1820 bis 1822 war eine partielle und beschränkte sich blos auf den Hochvernagtzufluss. Die Eiszunge kam zwar der Sohle des Rofenthales ziemlich nahe, ohne sie jedoch erreichen zu können. In Folge der bisherigen Erfahrungen gilt es im Thale für ausgemacht, dass nur dann, wenn beide Zuflüsse gleichzeitig vorrücken, der Gletscher bis zur Zwergwand vordringen könne.

§. 167. Die nun folgende letzte Oscillation des Vernagtgletschers, deren Wirkungen zum grossen Theile jetzt noch sichtbar sind, und die die einzige ist, deren Verlauf wissenschaftlich beobachtet und verzeichnet worden, nahm im Jahre 1842 ihren Anfang, und zwar war es diesmal der Rofenthal-

gletscher, der zuerst seine Zungenspitze zu Thal schob. Im darauf folgenden Jahre erhob sich auch der Hochvernagtzufluss, und nun nahm die Bewegung einen beschleunigten Gang an. Die Rofenthaler Ache erreichte der vereinigte Eisstrom, unter furchtbarer Zerklüftung, wie sie vielleicht noch nie wahrgenommen worden war, und unter fortwährendem Getöse, erzeugt durch das unablässige Aufreissen neuer Klüfte und das Zusammenstürzen der in wildester Verwirrung über einander sich aufthürmenden Eismassen, am 1. Juni des Jahres 1845. Am 14. desselben Monats ergab sich aus unmittelbarer Messung die Breite der Zungenspitze an der Zwergwand mit 1020′, und ihre Mächtigkeit ober dem Bette der Ache mit 478′,8 (resp. 322,4 und 135,3 M.); weiter oben aber, wo das Vernagtthal tief in die Masse des Gebirges einschneidet, wurde die senkrechte Dicke des Eiskörpers mit 960 bis 1020′ (303,5 bis 322,4 M.) ausgemittelt. Die Bewegungsgeschwindigkeit des Zungenendes in dieser Oscillationsperiode hat sich wie folgt ergeben:

vom	13. November	1843	bis	18. Juni	1844	per	Tag	6′,438	=	2,035 M.,
„	19. Juni	1844	„	18. Oktober	1844	„	„	3′,360	=	1,062 „
„	19. Oktober	1844	„	3. Januar	1845	„	„	6′,552	=	2,071 „
„	4. Januar	1845	„	19. Mai	1845	„	„	10′,455	=	3,305 „
„	20. Mai	1845	„	1. Juni	1845	„	„	37′,384	=	11,727 „

Die ganze Länge des von der Eiszunge, seit dem Beginne dieser Messungen, durchlaufenen Weges beträgt 4212′ = 1331,4 M., und der Abfallswinkel der Thalsohle schwankt zwischen 12 und 24 Graden.

Durch Annahme von Mittelwerthen für die verschiedenen Abmessungen des Eiskörpers hat Dr. Stotter den körperlichen Inhalt der vom 13. November 1843 bis Mitte Juni 1845 herabgewachsenen Gletschermasse mit nicht weniger als 2,222,700,000 Kubikfuss = 70,204,300 Kubikmeter, und die äquivalente Wassermenge mit 2,107,120,000 Kubikfuss = 66,553,700 Kubikmeter berechnet.

Der erste Durchbruch des Rofner Eissee's geschah am 14. Juni 1845, also am vierzehnten Tage nach dem Anfange der Stauung, unter grosser Verheerung des Oetzthales. Damals ward der grösste Theil der Sohle des Söldner Thalbeckens

vermuhrt, d. h. von Geschieben überdeckt, und auf Decennien hinaus zur Wüste gemacht; Aehnliches geschah bei Zwieselstein und Lengenfeld, und selbst in Innsbruck, wo ich zu jener Zeit in Garnison stand, erhöhte sich der Wasserstand des ohnehin schon hoch angeschwollenen Innflusses, in Folge dieses Ereignisses, noch um 2 Fuss, wodurch die dem Ufer zunächst liegenden Stadttheile unter Wasser gesetzt wurden. Man hat das Wasservolumen des See's auf 72,750,000 Kubikfuss = 2,297,820 Kubikmeter berechnet, und dennoch bedurfte derselbe zu seiner Entleerung nicht mehr als *einer* Stunde, welcher Umstand seine verwüstenden Wirkungen hinreichend erklärt. Anderseits enthüllt uns all' dies die Entstehung und die Natur eines eben so merkwürdigen als mächtigen geologischen Faktors, dessen korrodirendes und transportirendes Vermögen in wenigen Stunden eine Wirkung erzielt, die von den Thätigkeiten der gewöhnlichen Kräfte dieser Art vielleicht erst in Jahrhunderten, und in mancher Beziehung gar niemals, erreicht werden kann.

Nach dem ersten Abflusse verschloss und öffnete sich der Abzugskanal des See's unter dem Gletscher noch etliche male, und es fanden am 31. Januar, 11. Februar, 22. und 24. Mai und 10. Oktober 1846, dann am 25. Mai und 13. Juni 1847 erneuerte Seeentleerungen statt. Der Gletscher selbst nahm noch bis tief in das Jahr 1847 hinein an Höhe und Breite zu, so dass die Gebrüder Schlagintweit in dem gedachten Jahre die Breite der Eiszunge bei der Uebergangsstelle „im Brand" mit 3152′ = 996,3 M. und ihre Mächtigkeit über der Rofenthaler Ache mit 500′,4 = 158,2 M. ausmitteln konnten. Seit 1848 aber ist ein Stillstand eingetreten, die Ablation hat über den Nachschub des Eises von rückwärts die Oberhand gewonnen, und der Gletscher verliert nun mit jedem Jahre ein gutes Stück seines körperlichen Inhalts. Nach der von mir bewerkstelligten barometrischen Messung stand das gegenwärtige Niveau der Gletscheroberfläche an der Zwergwand bereits um 287′ tiefer, als es im Jahre 1847 gestanden, wonach schon nach weiteren 7 bis 8 Jahren (also im Jahre 1864 oder 1865) die Sohle des Rofenthales vom Eise wieder frei sein würde. Dies wird jedoch

so bald nicht geschehen können; denn schon in wenigen Jahren werden sich die beiden Randmoränen über der Mitte des Gletschers vereinigen, und eine ununterbrochene dichte Schuttdecke bilden, die der raschen Auflösung des Eises ein sehr wesentliches Hinderniss entgegenstellt. Es ist in dieser Hinsicht der merkwürdige Fall bekannt geworden, dass selbst ein Zeitraum von 40 Jahren nicht hinreichend war, um den schuttbedeckten Rest des, von dem grossen Ausbruche des Suldengletschers in den Jahren $18^{16}/_{17}$ herrührenden und von dem Gletscherkörper schon seit langer Zeit getrennten, Eises unfern der Gampenhöfe im Suldenthale völlig hinwegzuschmelzen [1]).

§. 168. Aus diesen Thatsachen und noch anderen Details, die ich, um diese Abhandlung nicht unnöthig zu verlängern, hier weglassen zu müssen glaubte, lassen sich nachstehende Schlüsse ableiten:

1) Wenn man die kleineren Oscillationen von 1626 und 1820 ausser Betracht lässt, so folgten sich die grossen Schwankungen des Vérnagtgletschers in Zwischenräumen von 78, 93 und 73, also von 84 Jahren im Mittel.

2) Die Oscillation wird nur dann zu einer *grossen,* d. h. die Gletscherzunge erreicht die Zwergwand nur dann, *wenn beide Zuflüsse in Bewegung gerathen.*

3) Sind aber auch die Oscillationen von 1626 und 1820, im Vergleiche mit den vier anderen, als kleinere zu bezeichnen, so sind sie für die betreffenden Zuflüsse, von denen sie ausgingen, gewiss nichts weniger als klein, und überwiegen vielleicht den Antheil, der bei den grossen Schwankungen jedem einzelnen Zuflusse zukam. So erreichte z. B. der einseitige Ausbruch des Hochvernagtgletschers im Jahre 1820 zwar nicht das Bett der Rofenthaler Ache, doch kam er ihm *sehr nahe,* und die Eiszunge hatte dabei, begreiflicherweise, nur eine geringe Mächtigkeit und Breite [2]). Rechnen wir nun den Zwischenraum zwischen der

---

[1]) Siehe Sonklar: „Der neuerliche Ausbruch des Suldengletschers in Tyrol", in den Sitzungsberichten der k. k. Akademie der Wissenschaften, Bd. XXIII. S. 378.

[2]) M. Stotter: „Die Gletscher des Vernagtthales" u. s. w., S. 24 und 25.

Zungenspitze und der Sohle des Rofenthales zu 1000′, so bleibt noch eine Strecke von 4000′ übrig, um welche sich der Hochvernagtgletscher allein verlängerte; er nahm dabei selbstverständlich die ganze Breite des Vernagtthales ein, und konnte daher unmöglich jene Mächtigkeit gewinnen, die die Eismasse bei den grossen Oscillationen gezeigt hat. Aehnliches geschah im Jahre 1626 bei dem einseitigen Vorrücken des Rofenthalgletschers, der überdies ein weit kleineres Firnbecken besitzt als der Hochvernagtzufluss.

4) Die Oscillation von 1677 scheint die grösste und jene von 1770 die kleinste unter den vier grossen Oscillationen des Vernagtgletschers gewesen zu sein. Aber jene war auch die nachhaltigste, da sich damals die Seeausbrüche bis in das fünfte Jahr nach Abdämmung der Rofenthaler Ache wiederholten, die erneuerte Bildung des See's aber die Fortdauer des Wachsthumsprocesses andeutet.

5) Die *mittlere Bewegungsgeschwindigkeit* des Vernagtgletschers in der neunzehnmonatlichen Periode vom 13. November 1843 bis 1. Juni 1845 betrug 89″,617 per Tag, was selbst die grösste bisher beobachtete Bewegung an den Schweizer und Savoyischen Gletschern weitaus überbietet. Diese letztere ergab sich blos mit 52 englischen Zollen, und wurde von Forbes auf der Mer de glace wahrgenommen. Betrachten wir jedoch bei dem Vernagtgletscher das Mittel der *täglichen* Bewegung für kleinere Zeiträume, so erhalten wir, aus den letzten zwölf Tagen, bevor nämlich die Zungenspitze des Gletschers die Zwergwand erreichte, 448″,6 = 1267,13 CM., und für den letzten Tag selbst eine Geschwindigkeit von 6′ = 189,6 CM. *per Stunde,* also von 1728″ = 4551,8 CM. *per Tag.* Die Beobachtung ist verlässlich, und wird durch die Angabe beglaubigt, dass man an dem erwähnten Tage (1. Juni) die Vorrückung des Eises mit freiem Auge erkennen konnte.

6) Die Gesetze der Gletscherbewegung sind am bestimmtesten durch Forbes ausgesprochen worden, und ich lasse hier diejenigen folgen, die sich auf die Abhängigkeit dieser Bewegung von der Wärme beziehen.

a) Das *Minimum der Bewegung* tritt je nach den verschiedenen Regionen dann ein, wenn der Gletscher durch den früher oder später liegen bleibenden Schnee verdeckt wird.

b) Die Bewegung ist, bei gleicher Temperatur, im Herbste um Vieles grösser als im Frühjahre, denn im Frühjahre findet das Schmelzwasser die Eismasse durch die winterliche Stauung konsolidirt.

c) Die Bewegung ist gleichförmig, so lange das Thermometer unter 0° steht, und grössere Kälte macht wenig Unterschied; über 0° aber wird die Bewegung eine beschleunigte, in dem Verhältnisse, in welchem die Wärme wächst [1]).

Wir wollen nun untersuchen, in wie fern diese Sätze durch die bei anderen Gletschern gesammelten Erfahrungen bestätigt werden, oder nicht.

Aus der mitgetheilten Tabelle über die Bewegungsmittel des Vernagtgletschers während seines letzten grossen Ausbruchs ist zuvörderst zu entnehmen, dass die Bewegung seiner Zungenspitze nicht in den Wintermonaten, sondern gerade zur wärmsten Jahreszeit am langsamsten war; sie betrug nämlich in der Winterperiode, vom 13. November 1843 bis 18. Juni 1844, 77″,256 = 203,507 CM., sank in der darauf folgenden Sommerperiode, d. i. vom 19. Juni bis 18. Oktober 1844, auf 40″,320 herab, und erhob sich in den Wintermonaten, vom 19. Oktober 1844 bis 19. Mai 1845, auf 108″,168 = 284,935 CM.

Ein ähnliches Resultat ergab sich durch die von Agassiz veranstaltete und ein volles Jahr lang ununterbrochen fortgesetzte Beobachtung eines Punktes auf dem Unteraargletscher. Die mitgetheilte Beobachtungsreihe zeigt *zwei Geschwindigkeitsmaxima,* von denen eines, und zwar das grössere, in die Monate Mai und Juni, das andere aber auf den Winter, und zwar in den Januar und Februar, fällt [2]); die *beiden Minima* zeigten

[1]) „Illustrations of the Viscous theory of glacier motion"; Philos. Transact., year 1846, part I. p. 192.

[2]) Ich erlaube mir, die angeführte Beobachtungsserie hier zu wiederholen:

	1845	bis	1846.	
21. Juli	bis	16. August	. .	222,6 mm,
16. August	„	6. September		198,0 „

sich im November und December, dann im März und April. — Ich bin jedoch der Meinung, dass diese Beobachtungsreihe, wenn sie auch im Allgemeinen den Gang der Gletscherbewegung anzeigt, dennoch bezüglich des Eintritts der Maxima und Minima, nach der Beschaffenheit der einzelnen Jahre, einer Veränderung zugänglich ist.

Ein von dem vorigen nicht sehr abweichendes Ergebniss gibt die Geschichte der grossen Oscillation des Suldengletschers in den Jahren 1815 bis 1818 an die Hand. Auch hier war die Bewegung der Eiszunge zu Weihnachten 1817 stärker als im vorhergegangenen und nachgefolgten Sommer, und in den Frühlingen beider Jahre wieder um Vieles grösser [1]).

Endlich kann noch erwähnt werden, dass der eben im erneuerten Ausbrechen befindliche Suldengletscher im November v. J., als bedeutender Schneefall und grosse Kälte eintrat, eine weit grössere Thätigkeit entwickelte als im Frühjahr und Sommer vorher.

Es müssen hiernach die beiden Sätze, welche das Minimum der Bewegung in die Zeit verlegen, in der der Gletscher mit Schnee bedeckt ist, und welche die Bewegung, wenn das Thermometer unter 0° steht, als eine gleichförmige bezeichnen, geradezu illusorisch genannt werden.

6.	September	bis	12.	September	266,6 mm,
12.	„	„	24.	„	211,6 „
24.	„	„	23.	Oktober	193,8 „
23.	Oktober	„	19.	December	153,3 „
19.	December	„	11.	Januar	132,6 „
11.	Januar	„	19.	„	256,2 „
19.	„	„	17.	Februar	279,3 „
17.	Februar	„	13.	März	230,7 „
13.	März	„	17.	„	204,0 „
17.	„	„	17.	April	182,7 „
17.	April	„	30.	Mai	374,4 „
30.	Mai	„	13.	Juni	342,8 „
13.	Juni	„	22.	„	330,0 „
22.	„	„	6.	Juli	222,1 „
6.	Juli	„	18.	„	162,5 „

„Système glaciaire", p. 476.

[1]) S. Sonklar „Der neuerliche Ausbruch des Suldengletschers in Tyrol".

Eben so zeigt die im §. 167 mitgetheilte Tabelle, dass die Geschwindigkeit, mit der die Zungenspitze des Vernagtgletschers vorrückte, nicht im Herbste, wohl aber im Frühjahre ihr grösstes Mass erreichte. Wir sahen die Bewegung bis zum 18. Juni 1844 grösser als die des darauf folgenden Sommers; sie ward zwar im Herbste wieder um Vieles stärker, wuchs aber noch mehr im Winter, und erreichte im nächsten Frühjahre (1845) eine Grösse, die in Wahrheit erstaunlich ist und an die Behauptungen der Rutschtheorie erinnert. Wir werden in der Folge sehen, dass diese ausserordentliche Schnelligkeit weder von einer grösseren Neigung, noch von einer zunehmenden Verengung des Gletscherbettes abhängig war, ja sogar, dass hier in beiden Beziehungen gerade die umgekehrten Fälle eintraten. Wir wissen ferner, dass der Gurglergletscher, als er sich in den Jahren 1716 bis 1718 plötzlich um beiläufig 6000′ (1897 M.) verlängerte, in den Monaten Juli und August 1717 stationär blieb, im September wieder anzuwachsen begann, während des nun folgenden Herbstes und Winters im Anwachs verharrte, und erst im Frühjahre darauf die grösste Bewegungsgeschwindigkeit erreichte, zu welcher Zeit „das Anwachsen bei eingetretener warmer Witterung oder bei Regen bemerkbarer war als sonst" [1]). Dasselbe geschah auch bei dem oben bereits erwähnten Ausbruch des Suldengletschers im Jahre 1818, wo das Vorrücken der Eiszunge ebenfalls in den Frühlingsmonaten am schnellsten vor sich ging [2]). Dieselbe Wahrnehmung ergibt sich endlich aus der oben mitgetheilten einjährigen Beobachtungsreihe von Agassiz, nach welcher das *wahre Maximum* der Bewegung in die Monate April und Mai fällt [3]).

---

[1]) Dr. M. Stotter: „Die Gletscher des Vernagtthales" u. s. w., S. 26.

[2]) Sonklar: „Der Ausbruch des Suldengletschers" u. s. w., S. 13.

[3]) Wenn man die von Agassiz (Syst. glac., p. 477) für die einzelnen Trimester gefundenen Vorrückungsraten auf Procente bringt, so erhält man für die Bewegung

des Sommers	22,24	Procente der jährlichen Bewegung.
„ Herbstes	17,04	
„ Winters	24,33	
„ Frühjahres	36,38	

Es ist demnach die Bewegung des Eises im Frühjahre noch einmal so gross als im Herbste.

Was die Temperaturverhältnisse des Frühlings und Herbstes anbelangt, so stand die mittlere Temperatur der drei Frühlingsmonate März, April und Mai 1845 weit höher als die der drei Herbstmonate Oktober, November und December 1844, welche Zeiträume auch so ziemlich den im §. 167 mitgetheilten Bewegungsdaten des Vernagtgletschers entsprechen. Es war das Temperaturmittel

im Sommer 1844	zu	*Innsbruck*	12°,93,	zu	*Hohenpeissenberg* [1])	10°,02,
„ Herbste 1844	„	„	3,98,	„	„	2,42,
„ Frühjahr 1845	„	„	9,69,	„	„	7,43.

In allen drei Perioden stand demnach die Temperatur über 0°, und dennoch sahen wir die Bewegung des Eises ausser Verhältniss mit dem Gange der Wärme; ihre Geschwindigkeit wuchs, als die Temperatur vom Sommer auf den Herbst 1844 um 9° fiel, und sie verharrte in ihrem Wachsthum, als im Frühjahre 1845 die Wärme, im Vergleiche mit dem vorangegangenen Herbste, wieder um 6° stieg.

Betrachten wir jedoch speciell die Monatstemperaturen der Jahre 1844 und 1845, um zu sehen, wie sich die Bewegungsgeschwindigkeiten des Vernagtgletschers in den Herbst- und Frühlingsmonaten von *gleicher Temperatur* gegen einander verhielten, welche Geschwindigkeit, nach Forbes, im Herbste um Vieles grösser sein soll als im Frühjahre, weil der Gletscher in der letztgenannten Jahreszeit durch die winterliche Stauung kompakter geworden, und benützen wir zu dieser Untersuchung die meteorologischen Beobachtungen von Hohenpeissenberg, als eines Punktes, der, in Folge seiner geographischen Lage, in seinen Temperaturverhältnissen jene der benachbarten Alpen mit ziemlicher Treue abspiegelt, so ergeben sich uns zuvörderst für die genannten zwei Jahre nachfolgende Monatsmittel der Temperatur:

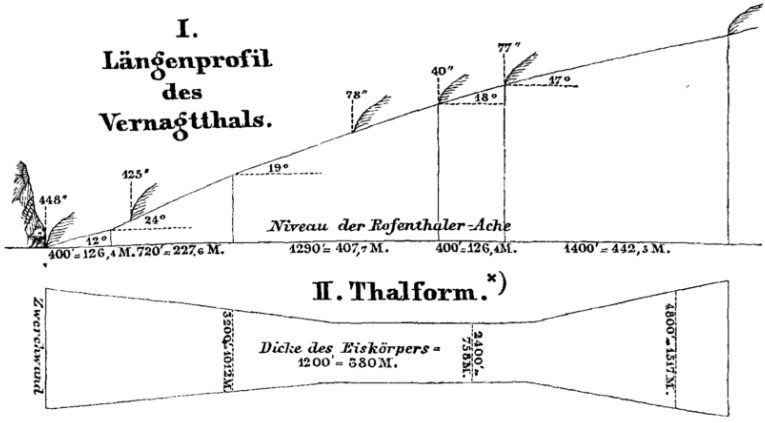
	1844.	1845.		1844.	1845.
Januar	—3°,50	+0°,51	Juli	10°,52	12°,67
Februar	—2,30	— 6,00	August	9,46	10,00
März	—0,18	— 2,00	September	10,07	9,61
April	5,94	5,14	Oktober	6,33	6,38
Mai	7,01	5,50	November	2,98	4,22
Juni	11,88	11,66	December	—2,05	0,21

[1]) „Beobachtungen des meteorologischen Observatoriums auf dem Hohenpeissenberge von 1792 bis 1850", herausgegeben von Dr. J. Lamont.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die Temperatur des Oktobers 1844 der des Monats Mai 1845 nahezu gleich kam, und dennoch sehen wir die relative Bewegung des Vernagtgletschers in diesen Monaten das von Forbes aufgestellte Gesetz nicht nur nicht einhalten, sondern sogar das entgegengesetzte Verfahren beobachten. Denn der Monat Oktober liegt theilweise in der Zeit, die dem Minimum, der Mai aber in jener Periode, die dem Maximum der Bewegung entspricht. Derselbe Widerspruch ergibt sich aus dem Vergleiche der Agassiz'schen Beobachtungsreihe mit der Temperatur der betreffenden Jahre.

Hiemit sind aber auch die übrigen von Forbes ausgesprochenen Gesetze, dass nämlich bei gleicher Temperatur die Bewegung des Gletschereises im Herbste grösser sei als im Frühjahre, und dass, wenn die Temperatur über 0° steht, die Geschwindigkeit der Bewegung so wachse, wie die Wärme wächst, thatsächlich widerlegt.

Es ist ohne Zweifel leichter, ein Naturgesetz aufzustellen, als es stichhaltig zu beweisen; doch scheint mir aus allen vorerwähnten Erfahrungen die Folgerung abziehbar, *dass die Gletscherbewegung im Frühjahre am grössten, im Herbste am kleinsten, im Winter aber grösser sei als im Sommer.*



*) Diese Zeichnung, in welcher die Breitendimensionen keineswegs im richtigen Verhältnisse zur Länge des Thales stehen, gibt die Thalbreiten nur in so fern, als sie sich durch die Breiten der Gletscheroberfläche aussprachen. Das Thal zeigt

7) Die Abhängigkeit der Bewegung von dem Gefälle und den räumlichen Verhältnissen des Thales wird die vorstehende Zeichnung vielleicht am deutlichsten zu zeigen im Stande sein.

Und wieder ist es Forbes gewesen, der den Einfluss des Gefälls und der Breite des Gletscherbettes auf die Bewegung des Eises in einer sehr bestimmten Weise ausgesprochen hat. Er hat nämlich das Mass der Bewegung an verschiedenen Stellen der Gletscheroberfläche dem Neigungswinkel der Thalsohle und der Verminderung des Gletscherprofils proportional gesetzt, und dieses Gesetz aus der Bewegung zähflüssiger Massen, deren eine auch der Gletscher sein soll, abgeleitet [1]). Vergleichen wir nun die oben gegebene graphische Darstellung des Vernagtthales mit den mitgetheilten Bewegungsdaten des Vernagtgletschers, so finden wir

Erstens, die Bewegung desselben in dem ersten Beobachtungsstadium, d. h. während des Winters und Frühjahres 1844, mit 77″ per Tag, bei einer Neigung der Thalsohle von 17° und bei einer Breite des Gletschers von 4800′.

Zweitens, wir finden sie in der nächstfolgenden Beobachtungsperiode, d. h. im Sommer und Herbste desselben Jahres, mit nur 40″ per Tag, ungeachtet die Neigung des Thalgrundes auf 18° steigt, und die Breite des Eiskörpers sich auf beiläufig 3000′ verringert.

Drittens, wir sehen die Bewegung weiter unten, bei zunehmendem Gefäll und abnehmender Thalbreite, sich beschleunigen; aber dies geschah bereits im Winter des Jahres 1844 auf 1845.

Viertens: Diese beschleunigte Bewegung wird in der vierten Beobachtungsperiode, und zwar im Winter und Frühjahre 1845, noch auffallender; es steigert sich hier zwar das Thalgefäll bis auf 24°, dafür aber erweitert sich das Gletscherbett auf circa 3600′.

---

in Wirklichkeit viel *grössere Unterschiede,* indem dasselbe an der schmalsten Stelle der Gletscheroberfläche eine tiefe Schlucht darstellt, die den Uebergang von einem Ufer zum anderen nur an wenigen Stellen gestattet.

[1]) Siehe „Phil. Trans." 1846, I. p. 192, §. 7, und „Travels", p. 369 bis 373 der deutschen Uebersetzung von Leonhard.

Fünftens: Im letzten Vorrückungsstadium endlich erreicht die Bewegung das Maximum ihrer Geschwindigkeit, ungeachtet der Neigungswinkel der Thalsohle auf 12° herabgesunken und die Thalbreite auf 4000′ und darüber gestiegen ist.

Bei diesen wechselnden Erscheinungen wird nun freilich das reine Bild des Einflusses der Unterlage auf die Bewegung des Eises durch die nach der Jahreszeit veränderliche Grösse der bewegenden Kraft verunstaltet; auch wissen wir recht gut, dass sich die von Forbes aufgestellten Gesetze auf das Verhalten des Gletscherkörpers an verschiedenen Punkten seiner Länge zu einer und derselben Zeit, also auf dasselbe Mass der bewegenden Kräfte, beziehen. Dennoch aber sind die obigen, an dem Vernagtgletscher gemachten, Erfahrungen geeignet, jene Gesetze nur als beziehungsweise richtige darzustellen.

Es ist allerdings nach vielfachen und überzeugenden Thatsachen zu schliessen, dass der Gletscher keine vollkommen starre, sondern vielmehr eine in ihren Theilen verschiebbare Masse ist, die, bei ihrer Bewegung zu Thal, was auch immer die Ursache derselben sei, von den Bedingungen des Bodens in gewissem Grade abhängig sein muss.

Wenn wir nun auch in dem vorliegenden Falle von dem Widerspruche absehen, den die zweite Beobachtungsperiode des Vernagtgletschers den von Forbes ausgesprochenen Bewegungsgesetzen entgegenstellt, einem Widerspruch, der durch den Wechsel der Jahreszeit als aufgehoben angenommen werden kann, so finden wir dafür bei dem Vergleiche der letzten mit der vorletzten Bewegungsperiode einen Gegensatz, dem eine Ungleichheit der Jahreszeiten nicht mehr zum Grunde liegt. Diese Anomalie scheint demnach darauf hinzuweisen, dass die Natur der Gletscherbewegung mit jener von zähflüssigen Massen nicht identificirt werden darf; dass also das Mass dieser Bewegung nicht in allen Fällen von der Konfiguration des Gletscherbettes abhängig ist, und dass im Inneren der Eismasse unter Umständen Kräfte zur Thätigkeit kommen müssen, welche jene Abhängigkeit entweder aufheben oder schwächen.

8) Die *ungeheuere Zerklüftung des Vernagtgletschers* zur

Zeit seines Herabwachsens in das Rofenthal und seine verhältnissmässige Derbheit in der Gegenwart liefert den Beweis, dass das mehr oder minder häufige Auftreten der Gletscherspalten, bis zu einer gewissen Grenze, weniger von den Graden des Neigungswinkels und der Unebenheit des Gletscherbettes, als vielmehr von dem Masse der Bewegung des Eiskörpers abhängig sei.

9) Der *grosse Volumenverlust des Vernagtgletschers* seit seinem höchsten Stande im Jahre 1847 bedarf noch einer kurzen Erwähnung. Dieser Verlust ist, wie wir wissen, so gross, dass er eine Niveauerniedrigung der Oberfläche um 287′ = 90,7 M. zu Stande brachte. Nimmt man nun die jährliche Ablation an der Zwergwand, unter den günstigen Verhältnissen dieser Stelle, und selbst nach Abschlag der jetzt gewiss nur mehr unbedeutenden winterlichen Restauration des Gletschers, zu 12′ im Mittel an, so bleibt noch ein Niveauverlust der Oberfläche von beiläufig 170′ = 53,7 M. unerklärt. Die Erklärung ergibt sich jedoch leicht aus der Erwägung, in welch' tumultuarischer Weise der Gletscher zuerst seine Massen zu Thal schob, und in welchem Zustande massloser Zerklüftung er die Zwergwand erreichte [1]). Als dann später das Nachdrängen des Eises von oben sich verringerte, dadurch die Spannungen im Inneren der Masse nachliessen, und das Aufreissen neuer Klüfte auf das gewöhnliche Mass der Häufigkeit herabsank, da musste der Gletscher sich nach und nach konsolidiren, seine Tausende von Spalten, Höhlen und Zwischenräume ausfüllen, und desshalb nothwendig zusammensinken. Es ist demnach die Niveauveränderung der Gletscheroberfläche, abgesehen von der Ablation, durchaus nicht der Ausdruck eines entsprechenden Substanzverlustes, und sie bedarf daher zu ihrer Erklärung nicht der Annahme, es sinke die Gletschermasse wirklich zusammen, und zwar in Folge ihres Abschmelzens an der Unterfläche durch die ausstrahlende Erdwärme, was ebenfalls von Forbes als eine erwiesene Thatsache

[1]) Dr. M. Stotter: „Die Gletscher des Vernagtthales in Tyrol" u. s. w., S. 38, 39.

hingestellt wird [1]). Es bedarf keiner näheren Erörterung, um die Unmöglichkeit eines nennenswerthen Betrages der unteren Abschmelzung des Gletschers in der Höhe von 6500′ = 2057 M. über dem Meer darzuthun.

§. 169. Unter den noch übrigen Gletschern des Fenderthales verdienen der *Mitterkar-* und *Rofenkargletscher* erwähnt zu werden. Es sind umfangreiche Eisgebilde, deren Firnen von dem hinteren Prochkogel bis zum Weisskogel oberhalb Fend reichen. Jener ist 10,248′ = 3239,4 M., dieser 10,080′ = 3186,3 M. lang, beide gehören jedoch der zweiten Ordnung an.

Nach den Mittheilungen meines Führers, Leander Klotz von Rofen, sind die meisten dieser sekundären Gletscher, so gut wie der Murzoll-, Hochjoch- und Hintereisgletscher, gegenwärtig im Anwachs begriffen, was sich mir bezüglich des Rofenkargletschers durch die gegenwärtige Lage seines Ausgangs, verglichen mit jener, die ihm die Karte zuweist, zu bestätigen scheint. Dass einer der beiden Thalleitgletscher erst in neuerer Zeit seine Entstehung fand, wird bereits von den Gebrüdern Schlagintweit erwähnt; dasselbe aber behauptete mein Führer auch von dem Bühelkargletscher, der nordwestlich oberhalb Fend auf dem Wildmandelberge liegt.

---

[1]) Forbes: „Travels", p. 384; „Illustrations", p. 204. Die mer de glace soll im Sommer 1842 blos in Folge der unteren Ablation um 30′ eingesunken sein. Dieses Faktum ist, nach Obigem, auf eine natürlichere Weise dadurch zu erklären, dass der Gletscher im Sommer eine geringere Bewegung hat als im Winter und Frühjahre vorher, wesshalb er sich im Sommer konsolidiren, d. h. die vielen, durch die vorhergegangene raschere Bewegung aufgerissenen Klüfte schliessen muss, was selbstverständlich ein verhältnissmässiges Einsenken seiner Oberfläche zur Folge hat.