

Abriss an der Altels,
Sturzweg und
Ablagerung
der Gletscherlawine.
Nach
Prof. Dr. Alb. Heim.

Die
Gletscherlawine an der Altels
und der
Schwund des Karlseisfeldes am Dachstein.

Von

Franz Toula,

o. ö. Professor an der k. k. techn. Hochschule in Wien.

Vortrag, gehalten den 26. Februar 1896.

(Mit Projectionen.)

Mit 5 Tafeln.

Seit einer Reihe von Jahren habe ich an dieser Stelle Bericht erstattet über die in unseren Tagen zum Vollzug gelangten Katastrophen geologischer Natur: Wildbachverheerungen (im Jahre 1892: Kollmann an der Brennerbahn, Tarvis), Eisseeausbrüche (Martellthal im Ortlergebiete, 1892), Bergstürze (im Jahre 1893: Arlberg), zuletzt die neuesten Erdbebenkatastrophen (im Jahre 1895: Laibach, Eisleben, Japan, Griechenland u. s. w.), und die Einsturzkatastrophe von Brüx infolge von Schwimmsandeinbrüchen in die Braunkohlengruben (im Jahre 1895). Ich habe Ihnen die dabei zur Wahrnehmung gekommenen Erscheinungen vorgeführt und versucht, daraus das Wesen der betreffenden Erscheinungen zu erklären.

Das neueste Ereignis von höchst eigenartigem Charakter ist der Gletscherabbruch an der Altels (Alt-Els) im Berner Oberlande, an dem aus dem Kanderthale über den 2302 m hohen Gemmipass ins Rhônethal hinüberführenden vielbegangenen Saumpfade. — Die Besprechung dieser Katastrophe ist mir sehr leicht gemacht. Dieselbe fand nämlich eine vielfältige Erörterung in den Schweizer Zeitungen und eine monographische Bearbeitung durch meinen sehr

geehrten Fachcollegen in Zürich Herrn Prof. Dr. Albert Heim, dessen ausführliche Darlegungen ich hauptsächlich zur Grundlage meiner Schilderungen genommen habe. Herr Prof. Heim hatte die ganz besondere Güte, mir alle für einen in Zürich abgehaltenen Vortrag durch seinen Assistenten Herrn Dr. Leo Wehrli angefertigten Projectionsbilder zur Verfügung zu stellen, nach welchen, da ihr Format eine Benützung in unserem Projectionsapparate ausschloss, mein immer hilfsbereiter verehrter Freund und Colleague Herr Regierungsrath Dr. J. M. Eder durch Herrn Hauptmann F. Reisinger, Lehrer an der photographischen Lehr- und Versuchsanstalt, eine Anzahl der Diapositive herstellte, welche Ihnen das Ereignis in seiner Gänze vor Augen führen werden. Andere wurden theils nach Heims Publication,¹⁾ theils nach Illustrationen aus einem ausführlichen Aufsätze von Prof. Dr. C. Schröter in Zürich,²⁾ theils endlich nach Photographien von A. Büchi (Volken im Canton Zürich), die Herr Prof. Heim meiner Lehrkanzel zu überlassen die Freundlichkeit hatte, hergestellt. Dass ich vor allem den genannten Herren den herzlichsten Dank sage, ist mir eine überaus angenehme Pflicht.

Gletscherlawinen in kleinem Ausmaße gehören in den Berner Alpen, z. B. an der Jungfrau, zu den häufigeren

¹⁾ 98. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1896, mit 3 Taf.

²⁾ Alte und neue Welt, Einsiedeln 1896, II. Heft.

Erscheinungen. Solche, die von Verheerungen begleitet waren, sind dagegen glücklicherweise verhältnismäßig recht selten. Während der Periode des großen Wachstums der Gletscher in den Alpen (1811—1819) erfolgten solche am Biesgletscher in Wallis, vom Weißhorn in das Visperthal. Dieser auf steilem Hange liegende Gletscher wuchs mit seinem Zungenende wiederholt über eine Felswand hinaus und kam dadurch zum Abbruche, so in den Jahren 1635, 1736, 1786 und 1819. Bei dem letzteren (am 27. December) wurde die Ortschaft Randa besonders durch den Windstoß arg betroffen. Auch der Gletscherbruch am Trioletgletscher (Montblancgruppe) erfolgte (im Jahre 1728) während einer Vorstoßperiode. Ganz andere Verhältnisse waren es, welche die Gletscherlawine an der Altels bedingten.

Bevor ich an die Vorführung der Altels-Diapositive schreite und auf Grund derselben die Vorgänge schildere, möchte ich Sie an die Darstellung des Ereignisses von St. Gervais (12. Juli 1892) erinnern, welche ich Ihnen in meinem Vortrage am 1. März 1893 gegeben habe. (Schriften des Vereines, XXXIII. Jahrgang, 14. Vortrag.) Da es schwer sein dürfte, die Erinnerungsbilder ohne Weiteres wieder zurückzurufen, und da auch manche von Ihnen meine damaligen Illustrationen zum Vortrage nicht gesehen haben dürften, werde ich die betreffenden Bilder nochmals projicieren. Man hatte es dabei mit dem Abbruche eines etwa 90.000 m^3 großen Eiskörpers an der Stirnseite des

kleinen Gletschers von Tête Rousse in etwa 3200 *m* Höhe zu thun. An der Abrissfläche war jedoch eine große, weit unter das Eis des fast horizontal liegenden, noch im Rückgange begriffenen Gletschers hineinreichende Höhle bemerkbar, die nach der Vorstellung der das Ereignis untersuchenden Genfer Geologen (J. Vallot, A. Delebecque und L. Duparc) vor dem Ab- und Ausbruche ganz vom Gletschereis umgeben und von Thauwasser erfüllt war. Diese ungeheure Wasserblase im Gletscher (sie wurde auf etwa 100.000 *m*³ Inhalt geschätzt) dürfte schon länger bestanden und sich allmählich immer mehr vergrößert haben, durch immer weiter gehendes Aufthauen, bis endlich ein Einbruch der Eisdecke des Gletschers erfolgte. Es entstand dadurch eine riesige Pinge im Eise, mit etwa 35—40 *m* hohen senkrechten Wänden und einer Weite von 40—80 *m*. Dabei stürzten etwa 100.000 *m*³ betragende Eismassen auf das Wasser des Hohlraumes nieder, und dieser Eisfall wirkte mit solcher Gewalt, dass das Gletschereis am Stirnende weggeschleudert wurde und das Wasser zum plötzlichen Ausbruche gelangen konnte, ein Vorgang, wie er gewaltiger und eigenartiger kaum gedacht werden kann.

Es war dies nach allem, was wir darüber wissen, ein Ereignis, welches mit dem Rückschreiten des Gletschers infolge erhöhter Ablation — so nennt man den Vollzug des Abschmelzens des Gletschereises — in ursächlichem Zusammenhange steht und nach der gegebenen Schilderung verbunden war mit einem theil-

weisen Absturze von Gletschereismassen am Zungenende des Eisstromes.

Dass solche Eisströme (Gletscher) aus dem Hochschnee infolge des Zusammenwirkens gewaltiger Druckkräfte (Schwerewirkungen), des Aufthauens an der Oberfläche und des Wiedergefrierens des Schmelzwassers innerhalb der Schneemassen aus diesen entstehen, und in einer allmählichen, halb rutschenden, halb fließenden Bewegung nach abwärts sich befinden, darf ich hier wohl nur einfach erwähnen, ebenso die lange bekannte und vielfach erörterte Thatsache, dass die Gletscher einem periodenmäßig sich vollziehenden Schwanken unterworfen sind, sowohl was die Mächtigkeit als auch die räumliche Ausdehnung derselben anbelangt, und ebenso die Erkenntnis, dass dies mit den wechselnden Niederschlags- und Temperaturverhältnissen in der Gletscherregion in Zusammenhang zu bringen ist.¹⁾ Ohne mich also auf eine Besprechung aller dabei in Frage kommenden Umstände einlassen zu müssen, möchte ich Ihnen diese Vorgänge doch an einem uns näherliegenden Beispiele vor Augen führen.

¹⁾ Ich verweise dabei auf die Vorträge von Prof. Dr. Fr. Simony, III, 335, XV, 475 und ganz besonders auf jene über: „Die Schwankungen in der räumlichen Ausdehnung der Gletscher“, XXIV, 605, sowie von Prof. Dr. Albr. Penck über „Die Eiszeit in den Alpen“, XXV, 711, und endlich auf meinen oben angeführten Vortrag über: „Die Katastrophe von Saint Gervais“, XXXIII, 473.

Ich wüsste Ihnen kein diese Vorgänge besser illustrierendes Beispiel vorzuführen als jenes, welches wir dem wiederholt genannten Senior der deutschen Geographen, unserem trefflichen Friedrich Simony verdanken. Ich kann mich dabei wieder auf den erwähnten, von Fr. Simony am 20. Februar 1884 in unserem Vereine gehaltenen lichtvollen Vortrag über die Schwankungen in der räumlichen Ausdehnung der Gletscher berufen, will es mir aber nicht versagen, die Gelegenheit zu benützen, auf das kürzlich fertig gewordene monumentale Werk über das „Dachsteingebiet“ (Wien 1895, Verlag von Ed. Hölzel) aufmerksam zu machen und Ihnen einige der vortrefflichen Bilder des Karlseisfeldes vorzuführen, welche uns den Vorgang solcher Gletscherschwankungen auf das überzeugendste versinnlichen. Aus dem Jahre 1840 stammt die erste bildliche Darstellung des Karlseisfeldes ¹⁾ oder des Hallstätter Gletschers, so genannt, weil er an der nördlichen Seite des Kammes, im Osten des Hohen Dachstein, also auf der Hallstätter Seite gelegen ist. Er reicht aus 2860 *m* Höhe hinab bis auf circa 1920 *m* und liegt mit seinem Zungenende in einer durch einen mächtigen Querdamm nach unten abgeschlossenen Mulde. Auf der Darstellung Simonys (Das Dachsteingebiet, Taf. 98) aus dem genannten Jahre (vom 18. October) ersieht man, dass das Zungenende damals einen steil aufgewölbten Eis-

¹⁾ Nach Erzherzog Karl, dem Sieger von Aspern.

körper bildete mit mächtigen, radial verlaufenden Spalten, einen Eiskörper, der die ganze Mulde erfüllte und an den Seitenwänden derselben hoch hinanreichte. Das Zungenende hat ganz die Form, wie sie für Gletscher während der Zeit des Vorschreitens charakteristisch ist. (Man vergleiche E. Richters Darstellung in der Zeitschrift des D. u. Ö. Alpenvereins 1891, Tafel zu S. 66.) Das ganze Thal ist davon erfüllt und in der Kammregion ragen nur die Hochspitzen aus der Firndecke hervor.

1842 erreichte dieser Gletscher so ziemlich das Maximum seiner Mächtigkeit. Er besaß im Jahre 1840 am Zungenende ein schönes „Gletscherthor“, die bezeichnende Austrittsstelle des während der wärmeren Jahreszeit aus dem Gletscher abfließenden Gletscherbaches. Im December lag dieses ganz trocken, sodass Simony 57 *m* weit unter dem 4·7—9·5 *m* mächtigen Eise vorzudringen vermochte. Im nächsten Jahre verschwand es infolge weiteren Anwachsens der Eismassen am Zungenende vollständig. Während nun an dem letzteren noch eine Zunahme der Mächtigkeit infolge Zusammenschubes bis zum Jahre 1856 zu beobachten war, begann in größerer Höhe (bei 2426 und 2210 *m*), also auf der mittleren Gletscherstufe, schon im Jahre 1843 ein schwaches Senken der Eisoberfläche. Das Zungenende schob sich in der Zeit von 1840—1856 noch um 60 *m* vor. Von 1856 an zog es sich aber zurück, Gletscherschutt (die „Endmoräne“) bedeckte das eisfrei gewordene Gebiet. Bis 1871 sank die Eisoberfläche des Gletschers jährlich um etwa 2 *m*.

Wie ganz anders sah das Karlseisfeld schon im Jahre 1875 aus (Vgl. Taf. II). Die Eiszunge war nun nicht mehr hochgewölbt, sondern zusammengeschnitten, abgeflacht und unten mit Moränenschutt bedeckt. Der Rückzug betrug über 55 m: so breit war nämlich damals die von dem Schutte der End- oder Stirnmoräne bedeckte eisfrei gewordene Fläche.

Betrachten wir die nach photographischen Aufnahmen hergestellte Darstellung der Verhältnisse im Jahre 1884 (im September: l. c. Taf. 99; man vergleiche die Taf. III), so entnehmen wir aus den Einzeichnungen Simons das Maß des Schwindens mit einem Blicke. Wir erkennen das Hervortreten des felsigen Untergrundes am Absturze aus der mittleren Stufe zur unteren Mulde und können einen Schuttstreifen („Mittelmoräne“) bis zu diesem Felskopfe am Absturze hinauf verfolgen. Wir sehen die eisfrei gewordenen, seitlichen alten Ufer des Eisstromes mit den Schuttmassen der „Seitenmoräne“ bedeckt. Aber auch im obersten Firnfeld erkennen wir unschwer die eisfrei gewordenen Felsmassen. Ein Jahr später (im August 1885) wurde speciell ein Bild des Gletscherabfalles aufgenommen (l. c. Taf. 102). Es versetzt uns an den erwähnten Absturz und zeigt uns die eisfrei gewordenen Theile des Untergrundes und die Mächtigkeit der die obere und untere Eisstufe verbindenden Streifen der Eiscascade so verkümmert, dass Fr. Simony schon damals die bevorstehende Lostrennung der oberen von den unteren Eismassen vorhersehen konnte, die denn auch später thatsächlich eintrat.

Aus dem Jahre 1886 (September) stammt ein Bild, welches uns diese Eisstreifen ganz besonders gut verfolgen lässt (Vgl. Taf. IV). Es gibt uns aber auch eine Vorstellung von den auswaschenden (auskolkenden) Wirkungen der Schmelzwässer während des Sommers in den Schuttdecken über dem Eisstrome. Am 9. September 1887 nahm Fr. Simony ein weiteres Bild auf (l. c. Taf. 100). Wir sehen einen Schmelzwassersee den niedrigsten untersten Theil der Eiszunge bedecken, auf dem kleine abgebrochene Eisblöcke herumschwimmen, die uns den Vorgang des „Kalbens“ der Gletscher versinnlichen. In der Mitte des Eiskörpers bemerken wir einen eigenartigen pingenförmigen Kessel, der mit Schmelzwasser erfüllt ist. — Sowohl der erwähnte Felsabsturz zwischen dem mittleren und unteren Gletschereiskörper, als auch die „Eissteine“ auf der obersten Eisstufe erscheinen wesentlich vergrößert. Aus dem Jahre 1894 (26. August) endlich stammt die letzte lehrreiche Aufnahme, welche wir Prof. Dr. Oscar Simony verdanken (Vgl. Taf. V). Was Vater Simony vorhergesagt, ist vollzogen, die beiden Eismassen der mittleren und unteren Stufe sind (seit 1890) vollkommen aus dem Zusammenhange gebracht. Schmelzwässer, den mittleren Eismassen entstammend, stürzen über den Steilhang der Felsstufe hinab, ein See, von Schmelzwässern gebildet, liegt, die Gletschermulde erfüllend, vor und über dem in Auflösung begriffenen unteren Eiskörper.

Meinem geehrten Freunde und Collegen Prof. Dr. Oscar Simony verdanke ich die Möglichkeit, die

wichtigsten der vorgeführten Bilder unserem Buche einzuverleiben (Taf. II—V). Das letzte derselben lässt erkennen, wie der während des Sommers entstandene Schmelzwassersee das Eis des Zungenendes auflösend angegriffen hat. Den Wasserstand des Sees erkennt man sehr gut an den Gehängen hoch über dem Eiskörper.

Versuchen wir die aus diesen Bildern hervorgehende Geschichte des Karlseisfeldes mit den Ausführungen in Vergleich zu bringen, welche Prof. E. Richter in Graz über die Geschichte der Schwankungen der Alpengletscher in der oben citierten inhaltsreichen Abhandlung gegeben hat. Wir ersehen eine schöne Übereinstimmung mit der für die Alpen nachgewiesenen Gletschervorstoßperiode von 1840 bis 1855, wobei freilich hervorgeht, dass im Karlseisfelde der Vorstoß des Zungenendes noch anhielt, als auf der nächst höheren Stufe bereits der Niedergang der Eisoberfläche infolge der verminderten Speisung aus dem obersten Firngebiete thatsächlich längst im Vollzuge stand. Im Jahre 1856 begann der Rückzug des Zungenendes und scheint auch im Jahre 1894 eine Einleitung der Wiederverbindung des mittleren und unteren Eiskörpers ihren Anfang noch nicht genommen zu haben. Der Rückzug des Zungenendes währt sonach schon mehr als 38 Jahre. Der Zeitraum der absoluten Verminderung der Eismasse aber dürfte noch um mehr als weitere zehn Jahre zurückzusetzen sein. Da Richter die Periodendauer der Gletschervorstöße in den letzten drei Jahrhunderten im Mittel mit

35 Jahren annimmt, so dürfte für das Karlseisfeld einer der Fälle anzunehmen sein, die Richter als eine nicht seltene Erscheinung bezeichnet. An manchen Gletschern sind nämlich Vorstöße und Rückzüge so schwach angedeutet, dass ein Überspringen einzelner Perioden sich vollzieht und „eine Hoch- und Schwindperiode von doppelter Länge in Erscheinung“ tritt. Wir hätten demnach einen Hochstand des Karlseisfeldes ähnlich jenem vom Jahre 1840 erst etwa im Jahre 1910 zu gewärtigen oder vielleicht gar erst im Jahre 1945.

Wir konnten aus dem ausgewählten Beispiele also ersehen, wie auf die Vorstoßperiode eine Periode des Schwindens folgt, wir konnten erkennen, dass der Vorstoß des Zungenendes noch fort dauerte, während die Mächtigkeitsabnahme des Eiskörpers im mittleren und die Verminderung der Hochschnee- und Firnmassen im oberen Theile des Karlseisfeld-Gletschergebietes bereits im vollen Gange war, was unschwer zu verstehen ist, da die infolge des vermehrten Abschmelzens zunehmende Plasticität auch bei vermindertem Nachschub von oben eine Zeitlang die Ausdehnung des Zungenendes nach unten begünstigen kann.

Nun wollen wir aber die Vorgänge an der Altels betrachten.

In der „Neuen Züricher Zeitung“ vom 12. September 1895 fanden sich mehrere Telegramme aus Kandersteg über den „Bruch“ oder den „Sturz“ des Altelsgletschers.

„Am Mittwoch morgens um 9 $\frac{1}{2}$ Uhr kam der Knecht von Schwarnbach — Hôtel am Wege zur Gemmipasshöhe jenseits der verheerten Fläche — schweißtriefend und fürchterlich erregt nach dem Dorfe Kandersteg heruntergerannt, fortwährend rufend: ‚Der Altels ist heruntergefallen! Alles ist todt, Menschen und Vieh, alles!‘ Die Leute wollten ihn um Einzelheiten befragen, doch wie besessen eilte er weiter hinunter. Der Wirt Egger in Kandersteg war der erste, der hinaufwanderte.

„Der Aufstieg zum Trümmerfeld nimmt anderthalb Stunden in Anspruch. Der Anblick daselbst spottet jeder Beschreibung. Die ganze Alpe, eine der schönsten des Cantons, ist auf eine Länge von drei Viertelstunden und eine halbe Stunde bergwärts thurmhoch mit Eis und Schnee überdeckt. Der Absturz erfolgte vom Altsgletscher, aus einer Höhe von 3000 *m* schräg auswärts in der Richtung nach Kandersteg in das Thal hinab. An dem gegenüberliegenden Üschinengrat wurde die Masse 320 *m* und noch mehr in die Höhe getrieben und wieder zurückgeworfen, unter einem Winkel von 45°, infolge der Ausübung eines ungeheuren Druckes, gegen die Alphütten der Spitalmatte. In der Höhe links und rechts befindet sich (am 12. September) noch alles in Bewegung. Die Begehung des Trümmerfeldes ist nur mit einem Führer möglich und sehr gefahrvoll. Man versinkt knietief in Schnee und Koth. Die ganze Mannschaft von Leuk (Südseite des Gemmipasses) ist mit Räumungsarbeiten beschäftigt. Ein

Bezirksingenieur ist zur Untersuchung der Ursachen des Absturzes anwesend. Zehn Wegknechte arbeiten seit heute früh an der Herstellung eines Nothweges über das Gletscherfeld.“

In dem schon citierten Neujahrsblatte finden sich die folgenden Angaben Heims: Das Ereignis vollzog sich nach einer langen Zeit heißen, schönen, trockenen Wetters. Etwa um 5 Uhr 10 Minuten früh hörte man im Hôtel Schwarzenbach mehrere Minuten lang anhaltendes donnerähnliches Getöse und nahm einen heftigen Windstoß wahr. Die Kellnerin Margaretha Fischer, die einzige lebende Zeugin, lief hinaus und sah noch eine weißliche wolkenähnliche Masse von der Altels hinabfahren. Sie dachte an eine gewöhnliche Lawine. Auch in Kandersteg hatte man Getöse vernommen und ein Erzittern vom Windschlag verspürt. Ein Mann, der am Wege von Kandersteg nach der Gemmi war, sah einen gewaltigen Wirbelsturm mit mächtigen Staub- und Schneewolken und vernahm ein Tosen und Krachen wie von einem Erdbeben; etwas später, als er ein Stück hinter Kandersteg gekommen war, fiel während kurzer Zeit ein kalter Regen aus hellem Himmel herab. Die Wolke war Eisstaub, der Regen durch dessen Schmelzung entstanden. Näher zum Orte des Absturzes hin fand man den Weg mit abgerissenen Tannenzweigen bedeckt, die vom Windstoße weit hergetragen worden waren. Hundert Schritte weiter hörte der Gemmiweg auf, die Wüstenei begann. Am Saume derselben sah man vom Luftdruck entwurzelte

Tannen liegen. Gegenüber der Hütte gab es bewaldete Hänge. Die Tannen wurden alle entwurzelt und lagen so regelmäßig am Boden, als hätten Menschenhände die schlanken Stämme gefällt. Aus der von zahlreichen Höhen und Tiefen durchzogenen Schuttmasse, von zermalmtem Eis, Gestein und Koth gebildet, ragten mächtige Gletscherblöcke empor.

Die verschüttete Alpe liegt noch im Canton Bern, ist jedoch Eigenthum der Gemeinde Bad Leuk. Auf der Alpe hatten meistentheils ärmere Leute, etwa vierzig, die an der Weide Nutzungsrecht besaßen, ihr Vieh. 217 Stück Vieh, die wie gewöhnlich am 13. September zu Thal getrieben werden sollten, befanden sich oben mit sechs Sennen und Hütern. Außerdem befand sich der Bergvogt aus Leukerbad und sein Gehilfe der Abrechnung wegen auf der Alpe. Nur drei Stück Vieh blieben am Leben, alles andere wurde getödtet, Menschen und Vieh. Die Leichen der Menschen bis auf zwei — Hirten, die wohl schon außerhalb waren, um das Vieh zum Melken zusammenzutreiben und bisher nicht aufgefunden wurden, sie liegen unter der Eislawine begraben — fand man meist arg zerrissen und unweit der Trümmer der durch den Windstoß weithin auseinandergerissenen Hütte. Man erkannte bei allen — sie waren offenbar im Aufstehen begriffen — dass ihr Tod sofort eingetreten sein müsse und ihnen zu Angst und Leiden keine Zeit geblieben war.

Nach diesen allgemeinen Ausführungen lassen Sie uns an die Betrachtung der Projectionsbilder schreiten,

welche uns den Schauplatz und die Erscheinungen auf demselben vor Augen führen sollen.

Die Reichhaltigkeit der Aufnahmen und Berichte über das Altelsereignis erklärt sich aus dem Umstande, dass zu jener Zeit die schweizerischen Naturforscher in Zermatt versammelt waren und dass viele derselben sofort nach Eintreffen der telegraphischen Meldungen auf den Schauplatz der Katastrophe eilten, um die Veränderungen zu besichtigen und zu studieren.

Den Schauplatz der Ereignisse und die Verhältnisse vor der Katastrophe stellt uns ein Ausschnitt aus dem „Siegfried-Atlas“ (1:50.000) dar. Aus dem Kanderthale führt uns der Thalweg hinauf zur etwa 800 *m* breiten und etwa 2 *km* langen Spitalmatte (1850—1900 *m*). Wir befinden uns in der nördlichen Kalkzone. Zu unserer Rechten (im Westen) erheben sich die mauerartigen Felswände des Üschinengrates, deren Schichten gegen Nordwesten, also in die Felsmauer hineinfallen, zu unserer Linken liegen ziemlich steil gestellte Schichtflächen, die gegen Nordwesten unter die Schichten der Felsmauer geneigt sind und, durch Thalzüge unterbrochen, gegen Südost hinaufziehen. Das Hochthal ist also ein typisches „Isoklinalthal“, d. h. ein Thal innerhalb eines gleichgeneigten Schichtensystems. Die 3636 *m* hohe Altels (Alt-Els) ist als ein Stück aus diesen gewaltigen schrägen Tafelmassen herausmodelliert, sie bildet eine gewaltige dreiflächige Pyramide, deren gegen Süd und Nordost gewendete Flächen Steilwände bilden, ähnlich jenen des

Üschinengrates an der Nordwestseite des Hochthales. Auf der etwa unter 30° geneigten, gegen Nordwest gerichteten oberen Fläche liegt das Firnfeld und das Gletschereis der Altels. Solche auf Schichtflächen und nicht in Thälern liegende Gletscher nennt man Gletscher zweiter Ordnung oder Hängegletscher. Der Altelsgletscher ist ein gutes Beispiel eines solchen.

Auf der der Heim'schen Abhandlung beigegebenen Karte können wir die Vorgänge sehr wohl verfolgen. Leider ließ sie sich, da die Details mit blauer Farbe eingetragen sind, nur unvollkommen reproduzieren und musste ich auf dem Diapositiv mit roher Punktierung auf dem Glase nachhelfen.¹⁾ Wir erkennen den bogenförmigen Abbruchrand in etwa 3000 bis 3340 *m* Höhe, der etwa eine Breite in der Sehne gemessen von 580 *m* besitzt, bei einer Mächtigkeit der Eismasse von im Mittel 25 *m*. Die Fläche der abgebrochenen Eismassen wird von Heim auf etwa 180.000 *m*² und ihr Volumen auf $4\frac{1}{2}$ Millionen Cubikmeter geschätzt. Sie rutschten zunächst über die geneigte Fläche, die unten einige stufenförmige Abbrüche aufweist, etwa 1500 *m* weit hinab bis in 2300 *m* Meereshöhe, wobei sie über das Ende der sonst unverletzt gebliebenen seitlichen Eiszunge hinüberfuhren. Sie fielen nun über Steilwände auf die flacher geböschte Tatalenterrasse

¹⁾ Man vergleiche Taf. I (Titelbild), welche Herr Maler J. Varrone nach der Skizze auf Taf. II, Fig. 1 der Heim'schen Abhandlung gezeichnet hat.

auf, wo eine kleinere Partie des Eises liegen blieb, während die Hauptmasse über die unteren Steilhänge hinüberschoss und schräg auf die Spitalalpenfläche auffiel. Die gesammte Sturzhöhe beträgt 1440 m, die Bahnlänge 3255 m. Die Breite der Bahn ist verschieden: oben 600 m, verschmälert sie sich in der Rinne von Tatelen auf 250 m.

Eine Photographie von Schröder & Comp. in Zürich aus den Achtzigerjahren zeigt uns die Altelspyramide mit dem von Neuschnee bedeckten großen „Hängegletscher“ auf der Schichtentafel. Der Aufbau des Berges aus übereinanderliegendem wohlgeschichteten „Hochgebirgskalk“ (ungewandelte Kalke des oberen Jura oder Malm) tritt klar hervor. Eingezeichnete Linien zeigen uns die Stelle, wo der Abriss erfolgte. Auch die beiläufigen Stände des Zungenendes im Jahre 1881 und 1887 sind auf derselben angegeben. Es geht daraus hervor, dass dasselbe in der Zeit von 1881 bis 1887 nach abwärts vorgeschoben worden war. Vor dem Abrisse war das Zungenende wieder zurückgerückt, lag aber etwas tiefer als im Jahre 1881. Auch der seitliche „Hängegletscher“ wird ersichtlich, über den die abstürzenden Gletschereismassen hinüberfuhren, ohne dass er, außer einer oberflächlichen Abschürfung, von dem Ereignis weiter in Mitleidenschaft gezogen worden wäre. Im Vordergrund liegt das früher erwähnte Hôtel Schwarzenbach, von wo aus der Absturz beobachtet worden ist.

Eine Aufnahme von den Herren Montandon und

Dupasquier (circa 14 Tage nach der Katastrophe) vom Gellihorne (2289 m) des Üschinengrates aus, lässt uns sowohl das ganze Abrissgebiet, als auch den größten Theil der Sturzbahn überblicken. Wir erkennen die herrliche Pyramidenform des Berges mit der Schichtoberfläche und den einen der erwähnten, und zwar den gegen Südost gekehrten Steilabsturz. Wir erkennen aber auch den zutage tretenden nackten Felsuntergrund, auf dem das Gletschereis auflag, sowie die seitliche kleine Hängegletscherzunge und die Taltenterrasse, mit den auf derselben zurückgebliebenen Partien der Eislawine.

Attinger aus Neuchâtel hat am 28. September den Abriss ganz aus der Nähe aufgenommen. Die scharfen und scharfgezackten Ränder des Abbruches treten klar hervor, auch die mit dem Untergrunde parallel verlaufende Bänderung der Eismasse wird ersichtlich, sowie die oberhalb des erfolgten Abrisses vorhandene sogenannte „Randkluft“, welche eine Wiederholung des Ereignisses befürchten lässt. Prof. Heim hat bei eingehendem Studium der Verhältnisse die Hoffnung gewonnen, dass der etwa bis 1,500.000 m³ umfassende Streifen zwischen dem Abrisse und dem „Bergschrunde“ weiter oben ein beiderseits genügenden Halt besitzendes Gewölbe vorstellen dürfte, das sich selbst halten und tragen könnte. Kleinere Randbrüche aber werden wohl nicht ausbleiben. Den Zustand eines Theiles des oberen Sturzweges zeigt uns eine vom Prof. Brückner (Bern) gemachte Aufnahme

aus der Gegend von Schwarzenbach, von der „Thürspreite“ aus.

Eine Aufnahme desselben Autors von der Spitalmatte aus zeigt uns sehr gut den Abriss, lässt uns jedoch die Ausdehnung der zur Tiefe gefahrenen Eismassen nicht genauer ermessen, da diese, sowie der ganze Sturzweg und der seitliche Hängegletscher, von vorne direct gesehen, skurziert erscheinen. (Der Neigungswinkel der oberen Sturzbahn beträgt $30-35^{\circ}$.)

Eine Aufnahme von Dr. Leo Wehrli lässt uns außerdem auch einen Theil des Ablagerungsgebietes erkennen. Wir sehen den letzten Steilhang, über den die Lawine hinausflog, sehr gut. Ein Stück des Gemmiweges ist hier ganz eisfrei geblieben, es wurde von der Eislawine überflogen. Am Fuße des Hanges sehen wir einen kleinen Eisschuttkegel liegen — er ist das Product eines etwas später erfolgten kleinen Nachsturzes — ein „Nachhutkegel“.

Heim schildert den Sturzweg — wir sehen ihn in einer Aufnahme von Prof. Brückner förmlich vor uns liegen — als fast geradlinig, frei offen und von keinem Hindernisse durchquert, im obersten Theile von ungewöhnlicher Glätte und steiler Böschung. Streckenweise war er nach dem Absturze mit Eisstreifen versehen, unter welchen aber der Rasen, wenn ein solcher vorhanden war, unverletzt erhalten blieb. Eine Riefung, Streifung oder Aufschürfung des Bodens der Sturzbahn ist nirgends zu sehen; wo die Bahn nicht von vorne herein glatt war, wurde sie durch Eisstaub und Eis-

trümmerwerk förmlich „ausgeplastert“. Diese Verhältnisse erklären die große Schnelligkeit des Vollzuges des Absturzes, die mit 50—60 Secundenmeter angenommen wird, also dreimal so groß ist als die „Geschwindigkeit eines Schnellzuges“. Die Endgeschwindigkeit am Fuße der Bahn wurde von Heim mit 118, von Brückner mit 120 *m* berechnet. Da sie ohne Widerstände etwa 160 *m* betragen hätte, so ergibt sich daraus sofort das Maß für die Summe der Widerstände, der Reibung am Grunde der Bahn, des Luftwiderstandes und der inneren Reibung, Zertrümmerung und Zerreibung der Eismasse während der Bewegung. Die Wegstrecke von mehr als 3 *km* wurde in etwa einer Minute zurückgelegt!

Schneller als die Lawine war natürlich noch die Fortpflanzung des Getöses, der Schall brauchte vom Abriss bis zur Thalsole nur 12 Secunden. Daraus ist geschlossen worden, dass die durch die Eislawine Getödteten kaum 48 Secunden nach Beginn der Schallwahrnehmungen von dem Lawinensturze erreicht und mit einem Schlage getödtet wurden, ohne noch zu einer Vorstellung von dem Verhängnisse gekommen zu sein.

Die beim Absturze zertrümmerte, ja zum Theile zu Eisstaub zermalmte Eismasse brauste nun quer über den Thalboden zwischen der Spitalmatte und Winteregg und wurde durch die furchtbare Energie der ungeheuren, so überaus rasch bewegten Massen an der gegenüberliegenden Wand des Üschinengrates hinaufgetrieben, bis 320 *m* Höhe über den hier etwa 1900 *m* hoch gelegenen, stark undulierten Thalboden, bis die ihr inne-

wohnende lebendige Kraft durch die Reibung am Boden, den Luftwiderstand und die Arbeitsleistung beim Emporsteigen an den gegenüberliegenden Gehängen des Üschinengrates vollkommen aufgebraucht war. Dabei wurden die Wandflächen über und über mit Eistrümmerwerk bedeckt. Es ist dies ein Vorgang, der analog so schon bei gewissen Bergstürzen zu beobachten war, z. B. bei dem Bergsturze von Elm am 11. September 1881, wo gleichfalls, wenigstens ein Theil der Abbruchmassen, über 100 m hoch an den gegenüberliegenden Thalhängen emporgetrieben wurde.

Die Wand des Üschinengrates ist nun aber so steil, dass die hinaufbrandenden Massen sofort, der Wirkung der Schwere folgend, zurückstürzen mussten. Dieses großartige Phänomen wird durch die trefflichen photographischen Darstellungen des Terrains von Prof. Brückner (sieben Tage nach dem Absturze) vollkommen klar ersichtlich gemacht. Sie zeigen uns den Gang der Brandungswelle sehr schön, und zwar von etwas oberhalb der Sturzbahn, mit dem Ausblick in das Kanderthal, während uns eine Aufnahme Dr. Wehrli's, vom rechten Ufer der Eislawine aus gesehen, die zurückgeströmten Massen erkennen lässt. Wir überblicken dabei den Weg des brandenden Eisstromes und können an einzelnen Stellen den unter dem Rückstrom wieder frei gewordenen Rasen bemerken, ebenso neben kleineren Rissen in der Eisschuttmasse die große Abrisskluft in der gegen Ost, gegen die Abstürze der Tartelenterrasse hin, infolge der Neigung des Untergrundes

zurückdrängenden Hauptmasse der Eislawine: des „Rückstromes“. Es sind mehrfache solche Abrisse und Verschiebungen der Eislawinenmasse an den Klüften beobachtet worden, welche die Mächtigkeit der Eismassen mit 4—5 *m* bestimmen lassen. Dieser Rückstrom gelangte bis über den Schwarzbach, der sich seinen Weg hier, unter den am Gemmiwege bis zu 8—10 *m* Mächtigkeit erreichenden Rückstrommassen, rasch durchfraß, sodass es auch dadurch zu keinen irgendwie gefährlich werdenden größeren Aufstauungen der Bachwässer kam: schon acht Tage nach der Katastrophe war der kleine Stausee vollkommen abgeflossen.

Sie nahmen schon auf der Heim'schen Karte eine durch eine zweite Punktierung umgrenzte Region wahr, die noch über die Grathöhe der Üschinenwand hinausreicht und sich andererseits weit gegen den Gemmi-pass hinaufzieht. Es ist dies die „Spritzzone“, von der nun ausführlicher die Rede sein soll. Es ist dies dasjenige Gebiet, über welches Eisstaub und Eistrümmerwerk ausgebreitet erscheinen, und innerhalb dessen sowohl gegen die Wintereggalpe als auch an der Spitalmatte, der Wald durch den gewaltigen Windstoß niedergelegt wurde, durch einen Windstoß von solcher Gewalt, dass auch die Zerstörung der Hütten, und die plötzliche Tödtung aller Lebewesen die unmittelbare Folge war. Solche Windstöße sind bei allen anderen Lawinen Begleiterscheinungen. Sie entstehen durch die gewaltsame Hinauspressung der vor der Lawine

hergetriebenen verdichteten Luft unmittelbar vor dem Aufschlagen der Massen auf den Thalboden.

Zwei von Herrn Dr. Leo Wehrli aufgenommene Ansichten lassen uns den Zustand der Eislawine im Ablagerungsgebiete überaus scharf erkennen. Es ist ein Eistrümmerwerk, ein förmliches Eisconglomerat und hat recht große Ähnlichkeit mit den Schuttanhäufungen, wie sie bei Bergstürzen resultieren. Nur bestehen hier die meist nur faustgroßen, abgeriebenen und gerundeten Brocken, die zwischen diesen häufig genug auftretenden kopfgroßen Stücke und die noch viel größeren Blöcke und Schollen, die sich gar nicht so selten finden, durchwegs aus Eis, während die Zwischenmassen vorwiegend aus mehr oder weniger schmutzigem schneeartigen Zerreibsel des Eises bestehen, oder aus „Firnschnee“ und „Firnispulver“. Die zusammenhängenden Eismassen des Gletschers wurden nämlich beim Sturze und bei der Brandung und Rückstrombewegung zertrümmert, ja zum Theile förmlich zerrieben. Dabei vermehrte sich das Volumen der Abbruchmasse infolge der Auflockerung nicht unbeträchtlich. Während das Volumen der zum Absturze gelangten Massen, wie oben angeführt worden ist, auf $4\frac{1}{2}$ Millionen Cubikmeter geschätzt wurde, ergab die Schätzung des Volumens der Eismassen im Ablagerungsgebiete circa $5\frac{1}{2}$ Millionen Cubikmeter, woraus wir das Maß der Auflockerung infolge der Zertrümmerung erkennen. Diese Massen sind jedoch immerhin so fest miteinander verbunden, dass das Darüberhingehen möglich war.

Aus den früher gemachten Schilderungen der Sturzbahn erklärt sich die Thatsache, dass sich nur wenig Steinmaterial im Eisconglomerat findet. Es beträgt nach Heim (im Mittel) nicht über 1—2 Percent und ist in den randlichen Partien des Eisstromes am größten (3—4 Percent), während es im Stromstriche viel geringer ist und „in manchen Strichen kaum 1 Promille erreicht“. Der Steinstaub und das Steinmehl bedingt das schmutzige Aussehen der ganzen Eislawine; am schmutzigsten aber ist der erwähnte „Rückstrom“.

Jener Luftstoß strich nahe am Boden hin und fegte den Eisstaub, aber auch zahllose Eiskugeln und -Blöcke und Steinstücke darüber hin. Wir ersehen dies aus einer ganzen Reihe von Erscheinungen, so aus der Thatsache, dass hinter jeder irgendwie größeren Aufragung des Thalbodens, ja hinter jedem an der Vorderseite mit Eisstaub überzogenen Blocke, Rasenhügel oder dichtem Busch ein Streifen liegt, der in seinem früheren Zustande verblieb. Fächerförmig nach allen Seiten hin entwich die Luft, mit orkanartiger Gewalt Theile der Lawine mit sich reißend. Dieser Richtung entspricht die Lage der umgestürzten Bäume und Sträucher und des Trümmerwerkes der Hütten. Die geworfenen Stämme (ihre Zahl wird auf tausend angegeben, darunter wahre Baumriesen) wurden nicht geknickt, sondern mit ihren Wurzeln ausgerissen und in großer Regelmässigkeit umgelegt, so dass die Wurzeln und Wurzelballen gegen den Wind gekehrt erscheinen. Näher der Aufschlagstelle der Lawine sind

einzelne Bäume ihrer Wipfel beraubt, oder es wurden nur die Äste und Zweige abgeschlagen und fortgeweht. Die Wurzeln, Stämme und Äste erscheinen an der vom Windstoße und dem Eisschauer getroffenen, also dem Winde zugekehrten Seite entrindet; ringsum geht die Schälung nur bei Stämmen, welche hohl lagen und wo infolge dessen das Eisgebläse auch die Hinterseite treffen konnte. Die an vielen Stellen scharfe Umgrenzung der „Spritzzone“ beweist gleichfalls den momentan sich vollziehenden Vorgang. Der mit der Ausbreitung über ein weites Gebiet sich rasch abschwächende Windstoß staute sich an der ruhigstehenden Luftmasse und mag an der Peripherie der Windwirkung Eisstaubwirbel erzeugt haben, die, wolkenartig aufsteigend, alles ringsum förmlich „bepuderten“. Bemerkenswert sind die Beobachtungen an den Thierleichen, soweit sie vorgefunden wurden; — die meisten liegen unter der Lawine begraben. Viele waren vollständig unverletzt; diese zeigten aber die absonderlichsten Lagen und Verdrehungen, „in welchen sie nicht einen Augenblick verharret wären, wenn ihnen auch eine Spur Leben innegewohnt hätte in dem Momente, da sie in diese Stellung gekommen sind“. Sie wurden durch die plötzliche Luftcompression, den Windschlag („Shock“), momentan getödtet und theilweise mit fortgetragen, selbst bis auf die Wände des Üschinengrates, von welchen die Leichen dann auf die Rückströme niederstürzten.

Heim veröffentlicht die Ergebnisse der Berech-

nungen über die Energie der Bewegung der Eislawine am Fuße der Bahn, also im Momente des Aufschlages auf den Thalboden, welche von Director Emil Huber in Zürich angestellt wurden. Derselbe fand, dass sie sich auf mehr als 3 Billionen Meterkilogramm beziffert, was der continuirlichen Arbeit von 1350 Pferdekraften während eines ganzen Jahres gleichkommen würde. Die Energiemenge aufgespeichert, würde hinreichen, einen Schnellzug von 150 Tonnen Gewicht sechsmal um den Erdäquator herumzutreiben, wozu 126 Tage erforderlich wären. — Daraus erklären sich alle Erscheinungen! Aus diesen Rechnungen geht aber auch hervor, dass das Gewicht der abgebrochenen Eismassen an der Altels nur festgehalten werden konnte, so lange dieselben fest an ihrem Untergrunde hafteten, und damit ist auch die Erklärung der Ursache des Absturzes eigentlich gegeben. In dem Momente der Aufhebung des Zusammenhanges mit dem Untergrunde reichte die Zugfestigkeit des Eises nicht mehr hin, um dasselbe festzuhalten (sie beträgt nur die Hälfte des Zuges nach abwärts), es musste abreißen und in die Tiefe stürzen.

Während die Montblancgletscher und fast die Hälfte der Walliser Gletscher nach Prof. Dr. F. A. Forel in Genf seit 1875 und 1880—1893 oder 1895 Anzeichen eines Vorrückens erkennen lassen, ist aus der Balmhorngruppe, welcher der Altelsgletscher angehört, von einem solchen Vorrücken nichts bekannt geworden. Auch Wasseransammlungen, die das Ereig-

nis von Saint Gervais verursachten, sind nicht zu verzeichnen: an der Altels vollzog sich ein reiner Gletscherbruch.

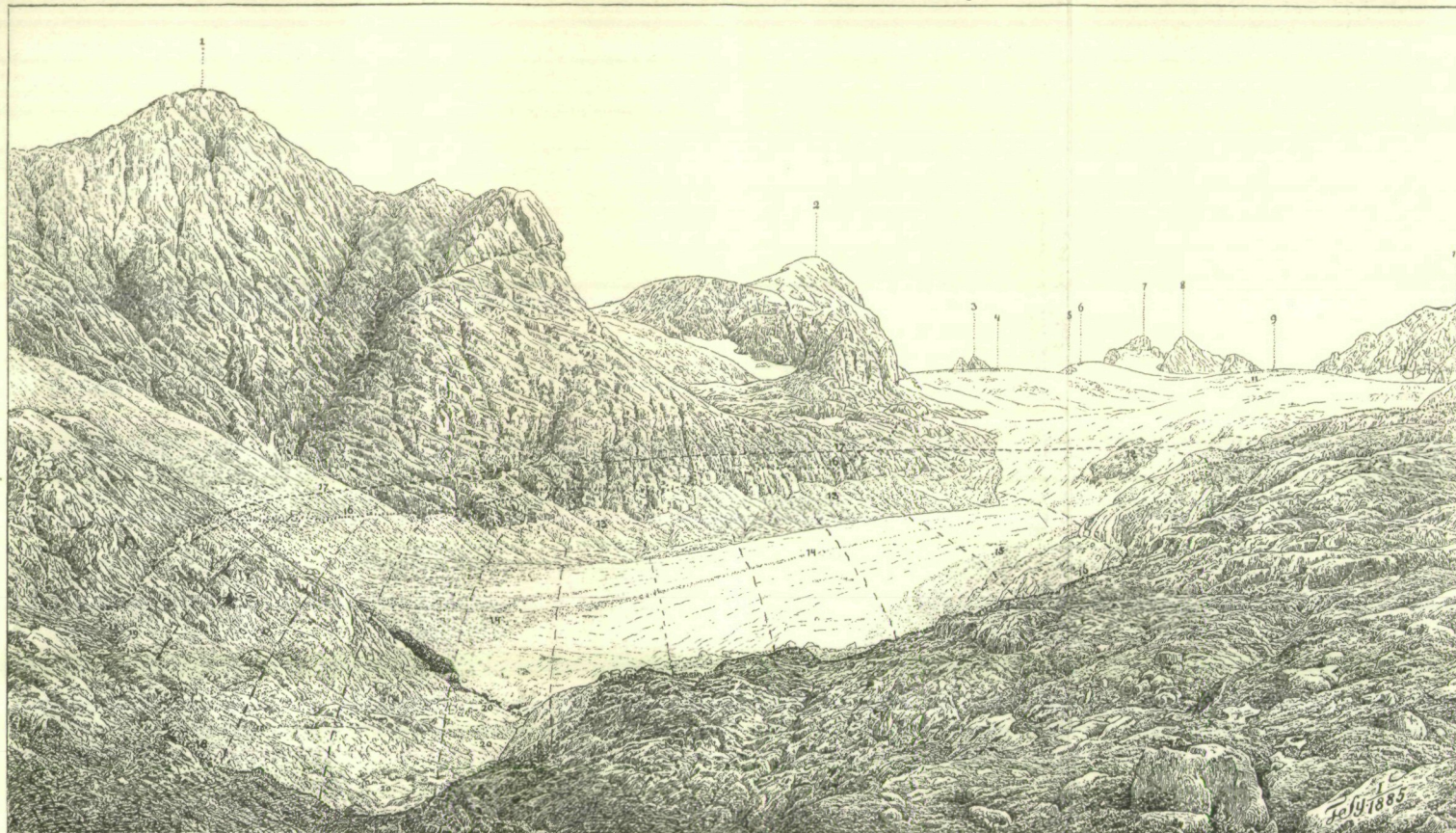
Dem Ereignisse gieng eine längere Zeit mit trockener Luft und hoher Temperatur vorher (vom 19. August bis zum 11. September). An diesem Tage setzte Regenwetter ein, das dann bis zum 2. October anhielt. Jene warme Zeit — auch in der Nacht sank die Temperatur nicht unter 8° — begünstigte im hohen Maße die Abschmelzung am Rande und in den Spalten des Gletschers. Während der Altelsgletscher in 3000 bis 3300 *m* unter normalen Verhältnissen mit der Unterseite an dem Felsuntergrund angefroren ist — derselbe zeigt in der That keinerlei Karrenfurchung, welche bekanntlich eine Folge der auflösenden Thätigkeit des Schmelzwassers ist — und dadurch vor einem Absturz bewahrt bleibt, scheint es durch die lange Einwirkung der Wärme — auch die beiden Vorjahre waren wärmer als sonst — anders geworden zu sein: die Bodenwärme mag über den Schmelzpunkt des Eises gestiegen und dieses daher losgethaut worden sein. Dadurch wurde nach Prof. Heim's Vorstellung der Absturz des Gletschers unvermeidlich.

Interessant ist, dass der letzte Absturz des Altelsgletschers im Jahre 1782 am 17. August erfolgt war, unter klimatischen Verhältnissen, welche jenen vom Jahre 1895 sehr ähnlich waren. Das Jahr 1834 war noch heißer als 1895, es war aber nicht so trocken

und föhnreich, und das Jahr vorher war ganz besonders
rauh, und darum unterblieb damals der gewiss drohende
Absturz. Sowohl das Ereignis vom Jahre 1782 als
jenes von 1895 fällt in die Zeit nach Erreichung des
Maximums des Schwindens, 1834 aber liegt in einer
Periode des Zurückzuges des Gletschereises.



Das Karlseisfeld im August 1875. — Aus Friedrich Simonys Dachsteinwerk. (Verlag von Ed. Hölzel in Wien.)



Federzeichnung nach der Natur von F. Simony.

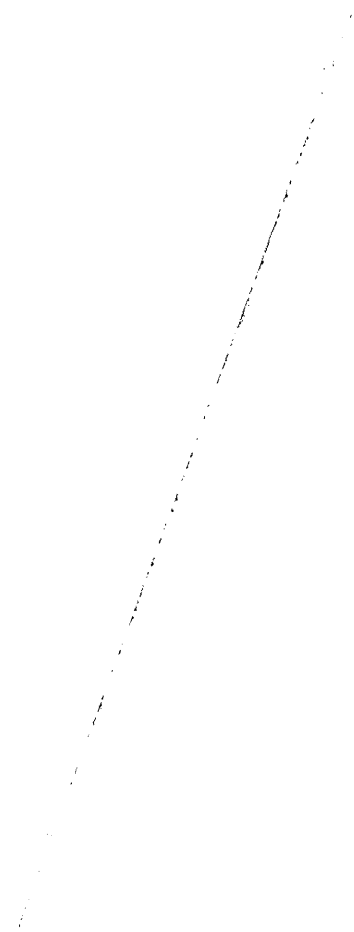
Zinkätzung von Angerer & GÜschl in Wien.

Das Karlseisfeld im September 1884. — Aus Friedrich Simonys Dachsteinwerk. (Verlag von Ed. Hölzel in Wien.)

1. Mittlerer Gjaidstein (2416 m). — 2. Hoher Gjaidstein (2786 m). — 3. Die Dirndl (2780—2800 m). — 4. Felsriff, nur bei niedrigeren Firnständen vom Aufnahmepunkt aus sichtbar. — 5. Unterer Eisstein. — 6. Oberer Eisstein, zu Zeiten ganz vom Firn bedeckt. — 7. Hoher Dachstein (2996 m). — 8. Niederer Dachstein (2925 m). — 9. Felspitze, wie bei 4. — 10. Hochkreuz (2839 m). — 11. 11. Höhe des obersten Saumes des stark zerklüfteten Eisabsturzes zwischen der mittleren und unteren Stufe des Gletschers in den Jahren 1840—1845. — 12. Seit dem Jahre 1879 immer breiter aus dem Eise hervorgetretener, vorm ganz unsichtbar gewesener Fels. — 13. 13. Eishang, mit Moränenschutt bedeckt. — 14. 14. Hauptmittelmoräne, von 12 ausgehend. — 15. Eine zweite Mittelmoräne, gegen ihr unteres Ende mit der linksseitigen Randmoräne verschmelzend. — 16. 16. Rand, und 17. 17. Höhe der Eiszunge in den Jahren 1855—1856. — 18. Schwacher Ansatz eines Stirnwalles. — 19. Aufhäufung von kleinen Steinsplittern in der Linie des Stirnwalles. — 20. 20. Reste von geschichtetem, kreideähnlichen Moränenschlamm, aus dem im Sommer sich bildenden kleinen Gletschersee abgesetzt.



Das Karlseisfeld im September 1886. — Aus Friedrich Simonys Dachsteinwerk. (Verlag von Ed. Hölzel in Wien.)





Das Karlseisfeld zu Ende August 1894. — Aus Friedrich Simonys Dachsteinwerk. (Verlag von Ed. Hölzel in Wien.)