

Der

Bergsturz am Arlberge

und die

Katastrophe von Saint-Gervais.

Von

Franz Toula,

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

Vortrag, gehalten den 1. März 1893.

(Mit Projectionen.)

Mit 5 Tafeln und 12 Abbildungen im Texte.

Vor Jahresfrist erörterte ich an dieser Stelle die große und hochwichtige Frage der Wildbachverheerungen, indem ich alle dabei in Betracht zu ziehenden Umstände besprach, und dieselben, wo es nur immer angien, durch gute, nach photographischen Aufnahmen hergestellte Projectionsbilder erläuterte.

Heute habe ich vor Ihnen einige neuerlichst eingetretene Katastrophen vorzuführen, und zwar den Bergsturz von Langen am Arlberge und die Verheerung durch einen Gletschersee-Ausbruch ganz eigenthümlicher Art am Mont Blanc.

Der Bergsturz am Arlberge wäre so recht geeignet, um im Anschlusse an die Erörterungen darüber die Bergstürze ganz allgemein zu behandeln, doch würde dies im vorliegenden Falle zu weit führen und mich verhindern, auch das zweite Ereignis zu besprechen. Die beiden Katastrophen ereigneten sich im verflossenen Sommer in rascher Aufeinanderfolge und erregten durch die Großartigkeit der Erscheinungen und Folgewirkungen die allgemeinste Aufmerksamkeit.

Am 9. Juli wurden die Eisenbahn und die Reichsstraße unterhalb Langen, auf der Westseite des Arl-

berges, durch einen Bergsturz zerstört und verschüttet, am 12. Juli aber der Badeort Saint Gervais in der fürchterlichsten Weise verheert.

1.

Über das erste Ereignis berichteten uns die Tagesblätter etwa Folgendes:

„Am 9. d. M. um 3 Uhr morgens wurden die Bewohner der Ortschaften Klösterle und Langen durch ein erdbebenähnliches Getöse aus dem Schlafe gestört, und als sie im ersten Schrecken auf die Straße stürzten, erblickten sie eine **ungeheure Staubwolke** auf der rechten Seite des Thales. Man nahm bald wahr, dass man es mit einem Bergsturze zu thun habe, und in der That war zwischen den genannten zwei Ortschaften im sogenannten Großen Tobel ein kolossaler Felsen abgebrochen und mit riesiger Schnelligkeit und Wucht zuthal gekollert, ungeheure Massen Erde und Gestein mit sich führend. Das Rinnsal des Tobels war für die Masse zu klein, und die Folge war, dass das Wasser nach allen Seiten ausbrach und binnen wenigen Secunden ein Werk der Zerstörung verrichtete. Zu beiden Seiten des Alten Tobels sind die Felder weithin verwüstet, und auf große Strecken findet man nichts als Steine, vermengt mit Sand und Erde, hie und da auch eine entwurzelte Tanne. Die Bahntrace ist auf eine Strecke von etwa 300 Meter gänzlich verschüttet und mit einer ungeheuren Menge Geröll verlegt; bis der Bahnkörper wieder freigemacht,

Brücke und Unterbau wieder hergestellt werden, dürften, trotzdem mehrere hundert Mann unter Leitung mehrerer Ingenieure arbeiten, wohl zwei bis drei Wochen vergehen. Während dieser Zeit muss umgestiegen und die Unglücksstrecke zu Fuß zurückgelegt werden. Auch die Reichsstraße wurde gänzlich verschüttet und ist für längere Zeit unfahrbar. Gut war es, dass die herabstürzenden Felsmassen an der anderen Seite des engen Thales anprallten und in ihrem Sturze gehemmt wurden. Freilich stauten sie dadurch die Alfenz, die durchs Klosterthal fließt, sodass noch thalwärts große Verheerungen angerichtet wurden. In einer langen Strecke wurde die ganze Breite der Thalsole zerstört und ein großer Theil des Waldes vernichtet. Als die Mure zu den ersten Häusern kam, schloss sie dieselben förmlich ein, und bei einem wurden von der Wucht der Steine die Wände eingedrückt und alles zerstört. Ein junges Ehepaar wurde im Schlummer von den Massen zugedeckt und fand so im Bette den Tod, während ein kleines Kind in die Nähe eines Fensters geschleudert wurde, von wo man es weinen hörte und es auch retten konnte. Auch der Knecht wurde halb bewusstlos aus dem Schutt hervorgezogen, während der Mann und die Frau nur mit vieler Mühe als Leichen ausgegraben wurden. Heute herrscht reges Leben bei uns, da eine Unmasse deutscher und italienischer Arbeiter auf der Bahn und auf der Straße beschäftigt sind; auch sehr viele Fremde kommen, die Unglücksstelle zu sehen. Es ist dies der

größte Bergsturz in Vorarlberg seit Jahrhunderten und dürfte den von Kollmann in Tirol noch übertreffen. Man befürchtet leider, dass die Katastrophe noch nicht beendet sei, weil noch fortwährend Felsmassen herabfallen, sich im Tobel ansammeln und nach einem Gewitter oder Regenguss wieder zuthal kommen könnten.“ („Neues Wiener Tagblatt“ vom 12. Juli 1892.)

Am Tage darauf wurde gemeldet: „Kaum hatte man sich vom ersten Schrecken über den Bergsturz in Klösterle etwas erholt, als neue Beängstigung hinzukam; denn fortwährend herabstürzendes Steingerölle ließ befürchten, dass die Katastrophe noch nicht zu Ende sei. Am Sonntag bestiegen mehrere Männer den Blisadonaberg, von woher der Absturz erfolgt war, und brachten die Meldung, dass noch viel zerklüftetes Gestein des Felsens zur Tiefe kommen müsse. Am Sonntag nachmittags schon verkündete eine undurchdringliche Staubwolke, dass die Männer richtig prophezeit, und dass wieder eine größere Partie Gestein abgebrochen und zuthal gegangen sei. Glücklicherweise blieb aber alles am Fuße des Berges in einer tiefen Mulde des Großtobels liegen, sodass die Gefahr für den Augenblick vorüber ist. Nur zur Zeit eines starken Gewitters oder Wolkenbruches könnte die Masse wieder verheerend in Bewegung kommen. — Die Arbeiten der Staatsbahn gehen rüstig vorwärts, man hat bereits eine Rollbahn zur Ueberführung des Gepäcks erbaut, auch die Straße wird in einigen Tagen provisorisch fahrbar sein. Der Zudrang von Fremden zur Unglücksstelle ist enorm.

Richtiggestellt muss übrigens noch werden, dass die eingestürzte Brücke mit der Wäldlitobelbrücke nicht identisch ist.“ („Neues Wiener Tagblatt“, Abendblatt, vom 13. Juli 1892.)

Drei Tage nach dem Felssturze am Arlberge erfolgte, wie gesagt, am 12. Juli die Katastrophe von St. Gervais. Schon am 13. Juli meldete der Telegraph:

Bonneville (imThale der Arve in Hoch-Savoyen), 12. Juli. Um 3 Uhr morgens löste sich der Gletscher Bionnassay vom Mont Blanc ab und zerstörte im Absturze das Bade-Etablissement von St. Gervais, sowie den Weiler Dufayet, welche durch einen reißenden Sturzbach weggeschwemmt wurden.

Bonneville, 12. Juli. Nur ein Theil des Gletschers Bionnassay hat sich abgelöst. Derselbe stürzte in den Gießbach von Bionnay, der, ohnedies durch Regen angeschwollen, alles im Thale Befindliche mit sich riss.

Ein Theil der Ortschaft Bionnay wurde weggeschwemmt.

Gegen $\frac{1}{4}$ 3 Uhr morgens überflutete der Gießbach die Badeanstalt von St. Gervais. Ein Augenzeuge sah, wie der Gießbach, der ungeheure Felsstücke mit sich führte, das Etablissement wegfegte.

Das Rettungswerk wurde schleunigst eingeleitet. Eine meterhohe Schlammschichte bezeichnet die Spuren des ausgetretenen Wildbaches.

Viele Opfer sind von den Fluten gegen Felsstücke geschleudert und zerschmettert worden. Man

vermuthet, dass auf einem der Gletscher oberhalb St. Gervais sich ein See gebildet hatte, der, seine natürlichen Eisdämme brechend und gewaltige Felsen mit sich reißend, in den engen Wildbach Bon Nant sich ergoss, dessen Fluten nun die Gegend überschwemmten und verheerten.

Ein anderes Telegramm schildert uns die Lage des hauptsächlich betroffenen Ortes, des Bades St. Gervais.

In waldiger Schlucht des Montjoie-Thales, am westlichen Fuße des Mont Blanc, liegt in entzückender Schönheit St. Gervais-les-Bains; die neue Straße von Sallanches nach Chamounix, welche am linken Arveufer angesichts des mächtigen Mont Blanc angelegt worden ist, führt zum Pont du Bon Nant, von dem aus ein kurzer Weg nach dem reizenden Bade führt. Dieses hat neun Schwefelthermen, die in einer Temperatur von 40° C. dem Boden entspringen. Oberhalb des Bades rauschen die Wasserfälle des Bont Nant nieder — des „guten Bergstromes“, der allem Anscheine nach die furchtbare Katastrophe jetzt verschuldet hat, und nach etwa 20 Minuten Weges bergan gelangt man in das an 2000 Einwohner zählende Dorf St. Gervais, das, 810 m über dem Meere gelegen, ein vielbesuchter Luftcurort ist. Die Katastrophe scheint das Dorf verschont zu haben, um so härter hat sie das 200 m tiefer gelegene Bad getroffen.

Ein weiteres Telegramm spricht sich über die Ursache der Katastrophe folgendermaßen aus:

„Der untere Theil des Gletschers Bionnassay,

der sich zwischen dem Mont Maudit und dem Mont Blanc herabsenkt, stürzte herab und legte sich quer über den Wildbach Bionnay und riss das Dorf gleichen Namens mit sich fort. Hiedurch bildete sich eine Stauung, welche die Wasser durchbrachen. Der nunmehr furchtbar angeschwollene Wildbach schleppte in seinem Bette Felsen von der Höhe zweistöckiger Häuser mit fort und stürzte sich mit diesen Massen auf die Badeanlagen von St. Gervais, die sich in einer engen Thalschlucht befinden. Von fünf Gebäuden wurden vier ganz vom Boden weggefegt. Seinen wilden Lauf fortsetzend, zerstörte der Wildbach noch die Hälfte des Dorfes Fayet und ergoss sich dann mit seinen Fluten in die Arve.

„Es ist unmöglich, die Zahl der Opfer genau anzugeben. Man schätzt dieselbe auf 200, von denen etwa 100 auf die Bäder, 100 auf die benachbarten Dörfer kämen. Die Rettung der Verunglückten ist besonders dadurch erschwert, dass die zerstörten Häuser mit einer dicken Schichte Schlamm bedeckt wurden. Die Gewalt des Wildbaches war so furchtbar, dass hundert Leichen auf das jenseitige Ufer der Arve geschleudert wurden. Die anderen Leichen wurden von der Arve fortgerissen. Man errichtete in Genf einen Damm, um die Leichen herauszufischen. Einzelne vom Strome mitgerissene Felsstücke haben einen Rauminhalt bis zu 20 m³.“

Während die Zeitungsangaben über das Ereignis am Arlberge im allgemeinen als zutreffend zu be-

zeichnen sind, kann dies von jenen über die Katastrophe von St. Gervais nicht gesagt werden. Es war nicht der Gletscher von Bionnassay, der das Unglück verursachte, sondern ein sehr hochgelegener Gletscher secundärer Größe, der Gletscher von Tête Rousse, welcher den Gletscher von Bionnassay gar nicht erreicht.

Nummehr schreite ich zur Vorführung der Bilder. Es sind 37 Diapositive, deren Herstellung nach den Originalbildern ich zum Theile (15 Stücke) unserem verehrten Vereinsmitgliede und Ausschussrathe Director J. M. Eder und Herrn Hauptmann v. Reisinger verdanke. Sieben Diapositive sind nach meinen eigenen Aufnahmen hergestellt worden, 15 den Arlberg betreffende Darstellungen hat mir Herr Oberingenieur der Staatsbahnen Vincenz Pollack in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt. Die Originalphotographien über das Ereignis von St. Gervais verdanke ich meinem verehrten Fachcollegen Herrn Prof. Dr. L. Duparc in Genf, der mir eine große Anzahl der gelungensten Aufnahmen seines Freundes des Herrn Pricam in der lebenswürdigsten Weise zur Verfügung stellte. Eines der Bilder endlich ist nach einer mir von Herrn Artaria gütigst mitgetheilten sehr guten französischen Aufnahme hergestellt worden. Es ist mir eine angenehme Pflicht, allen den genannten Herren den verbindlichsten Dank auszusprechen.

Das Ereignis am Arlberge lag für mich in erreichbarer Entfernung, und schon am 21. Juli fuhr ich mit einigen meiner Zuhörer dahin. Wir trafen es insoweit

nicht ganz günstig, als gerade zur selben Zeit eine große ministerielle Besichtigung vorgenommen wurde. Wir erfreuten uns aber trotzdem vieler Freundlichkeit, vor allem von Seite des Herrn Oberingenieurs V. Pollack, sowie meines ehemaligen Zuhörers, des Herrn Ingenieurs Muck, der unser Führer war, sowohl beim Bergsturz, als auch im Tunnel, bei der Besichtigung der Reconstructionsarbeiten.

Werfen wir einen Blick auf die Kartenskizze (Taf. I), welche einer noch eingehender zu besprechenden Abhandlung des Herrn Oberingenieurs V. Pollack entnommen ist, und deren Benützung er mir in freundlichster Weise gestattet hat, ebenso wie auch jene der nach seinen Aufnahmen hergestellten Abbildungen aus der Abhandlung im Jahrbuche der k. k. geolog. Reichsanstalt (1892).

Die Kartenskizze lässt uns den ganzen Vorgang auf das beste überschauen. Wir erkennen die Lage des Großen oder Blisadona-Tobels, der sich etwa 2 km weit zuerst nach Nordnordost und dann gegen Nordost hinaufzieht, zwischen der Klöbwand und dem Blisadona-Jochgrat (2257—2393 m) einer- und dem Blassegg (1987 m) andererseits. In der Mitte des Südhanges des genannten Grates liegt der Abbruch (A), das „Abrissgebiet“. Wir sehen oben den genau südwärts gerichteten „Sturzweg“, wir sehen, wie dieser, an der linken Tobelwand abgelenkt, gegen Südsüdwest sich wendet, die Trichterenge passiert, und wie auf dem Hange oberhalb der Bahnlinie die obersten Theile

des Ablagerungsgebietes beginnen. Wir erkennen deutlich eine Zweitheilung: ein kleinerer östlicher Theil erreicht mit seinem Zungenende gerade noch die Reichsstraße (bei *d*), die Hauptmasse aber trifft die linke Thalwand des Alfenzbaches und wendet sich hier abprallend, zurückgeworfen gegen West, bis an die obersten Häuser von Klösterle gelangend.

Ich will Ihnen nun die Erscheinungen nach photographischen Aufnahmen vorführen. Die von mir aufgenommenen Bilder werden Ihnen vor allem zeigen, wie sich die Erscheinungen dem flüchtig passierenden Reisenden darbieten, jene des Herrn Oberingenieurs Pollack werden uns aber sehr genaue Einblicke in das Wesen des ganzen Vorganges gewähren.

Gleich unterhalb der Station Langen erblickt man die den Abhang bis zur Ausmündungsstelle des Großen Tobels bedeckenden Bergsturzmassen im Profil. Zwischen 111.8 und 112.3 *km* der Bahnlinie liegt die Mure auf dem Bahnkörper. Von weitem gesehen täuscht man sich über die Neigungsverhältnisse. Der Neigungswinkel des Hanges mit der Horizontalen übersteigt nicht 18° . Sowohl die Lage der Bahn oben und der Reichsstraße unten erkennt man schon von hier aus.

Es war staunenswert, wie viel damals nach kaum 12 Tagen an der Bahnlinie schon geschehen war. Die 300 *m* weit übermurtete Strecke war bereits durch ein Provisorium wieder fahrbar gemacht worden, trotz der wiederholten Störungen durch einige gar nicht so

unbeträchtliche Nachschübe von oben, die mächtig genug waren, die ersten Provisorien, darunter auch Brückenanlagen, neuerdings zu übermuren und zu zerstören. Um einen einigermaßen befriedigenden Gesamtüberblick zu erhalten, begab ich mich über die den Alfenzthalgrund erfüllenden Schutt- und Blockmassen, die zum Theil noch die schlammige Beschaffenheit erhalten hatten, auf die linke Thalseite. Es hätte sich gar nicht empfohlen, den auf dieser übermurteten Fläche bezeichneten Übergang zu verlassen; der Boden gab noch allenthalben nach, und nur die in dem Gesteinsbrei liegenden, zum Theil hochwüchsigen Fichtenstämme und größere Blöcke gewährten sicheren Stand. An einer Stelle, etwa 200 m über der Thalsohle, auf einer Waldblöße, über welche im Zickzack ein Fußweg hinaufführt — der ganze Hang zeigt Neigung zum Abrutsch — erhielten wir den gewünschten Ausblick auf den übermurteten Hang. Es lässt sich deutlich erkennen, dass mehrere Theilungen des Steinstromes unterhalb der Bahnlinie eintraten, ganz ähnlich so wie es auch bei Lavaergüssen vorkommt. Zungenartig hängen die Murströme hinab. Das Bild lässt aber auch den Gang des Ereignisses verfolgen. Wir sehen am linken (östlichen) Rande des Tobels die Stelle, wo der eine Theil der Steinmassen an der Enge aufgestaut über die Uferländer des Tobels hinüberdrang, die östlichste Zunge bildend. Man erkennt schon hier, dass der etwa unter einem rechten Winkel ins Thal stürzende Murstrom im Thalgrunde, am linken Thalhange, knieförmig um-

gebogen wurde. Weiters ersieht man daraus, dass etwas unterhalb der Umbiegungsstelle die zurückgeworfenen Steinstrommassen auf das rechte Ufer hinübergeworfen wurden und auch an diesem hinaufdrangen bis unmittelbar unterhalb der Reichsstraße.

Gerade diese Umbiegungsstelle habe ich ganz gut in einem Bilde erhalten. Man sieht im Hintergrunde links das Profil des Hauptstromes, der sich hinter einem kleinen Wäldchen, dem Reste eines früher größer gewesenenen, quer über das Thal legte, wodurch der Bach zu einem kleinen See aufgestaut wurde, der zur Zeit unseres Besuches, wenn auch verkleinert, immer noch sichtbar war. Am linken Ufer erkennt man die Stelle des Anpralles, man erkennt, wie die Massen den Hang hinaufgepresst wurden und dabei den hier befindlich gewesenen Waldstreifen auf das sauberste rasierten, so dass auch nicht ein Stämmchen übrigblieb. Rückgeworfen, traf der Strom dann, wie wir gesehen haben, auf das rechte Ufer und flutete dann thalabwärts bis gegen Klösterle, vor dem er, nachdem ein paar Häuser übermurt waren, stehen blieb.

Den Zustand des Thalbodens und des denselben erfüllenden Steinstromes versinnlicht eine weitere meiner Aufnahmen, welche einen Blick durch das Klosterthal auf das Pfarrdorf Klösterle gewährt. Es ist ein wüstes Steinfeld. Das Zungenende hat sich an zwei Hütten gestaut und dieselben zum Theil deformiert.

Begeben wir uns zurück auf die Strecke und an den Ausgang des Großen Tobels. Da überblickten wir

den ganzen steilen Sturzweg, ja, der Augenblick unseres Kommens war günstig, die Wolken theilten sich, zogen ab und enthüllten uns auch die Abbruchflächen. Nun sehen wir, dass diese ebenflächig sind. Wir erkennen, dass sich die Gesteinsmassen nach den Schichtflächen abgelöst haben, welche sehr steil aufgerichtet, ja fast vertical stehen. Wir sehen auch den Ausläufer etwas deutlicher, über den ein Theil des Steinstromes hinübergebrochen war.

Über das Ereignis am Arlberge liegen bereits mehrere Veröffentlichungen vor. Die ersterschienene hat Professor Blaas in Innsbruck verfasst.¹⁾

Wichtiger ist jedoch jene des Herrn Oberingenieurs Vincenz Pollack, des unermüdlichen Verbauers der Lawinen im Arlberggebiete. Sie ist betitelt: „Der Bergsturz im Großen Tobel nächst Langen am Arlberge vom 9. Juli 1892.“²⁾ Der Güte des Autors und der Freundlichkeit der Redaction des genannten Jahrbuches (Herrn Dr. Friedrich Teller) verdanke ich die Ermöglichung der Einsichtnahme in die Bürstenabzüge, wodurch es mir möglich ward, die gegebenen Darstellungen zu benützen.

Der Tobel liegt innerhalb steilaufrender, fast saiger stehender, annähernd in der Richtung des Alfenz-

¹⁾ Verhandlungen der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1892, S. 261.

²⁾ Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1892, IV, S. 661—670 mit Kartenskizze und Illustrationen nach den Originalaufnahmen.

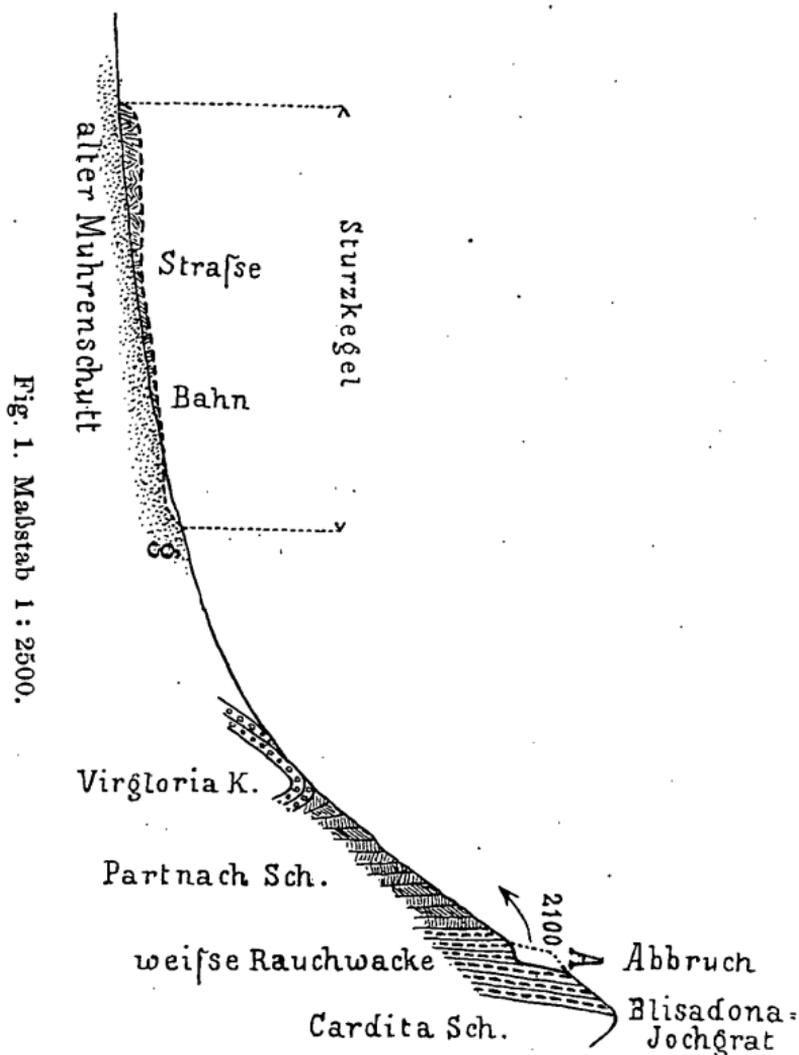


Fig. 1. Maßstab 1 : 2500.

oder Klosterthales streichenden Triasschichten (man vergleiche beistehende Abbildung). Diese bilden im unteren Theile eine Antiklinale, einen Sattel mit steilstehenden Schenkeln, der dem Virgloriakalke v. Richtofens entspricht; hinter und ober derselben, im mit-

leren und oberen Theile des Tobels, treten mächtig entwickelte „Partnachsichten“ auf, Schiefer mit eingelagerten Dolomitbänken, und die Kalke, Dolomitsandsteine und Schiefer der sogenannten „*Cardita*-Schichten“. Der Abbruch erfolgte in etwa 2100 *m* Höhe, wie wir gesehen haben in der Mitte des Blisadona-Jochgrates, das unterste Zungenende der Mure liegt dagegen bei 1084 *m*; der Höhenunterschied, die Sturzhöhe beträgt also über 1000 *m*!

Die Steilstellung der Schichten bedingt auch die eigenartig scharf kammförmig zackigen Formen des Höhenzuges.

Treten wir nun an die Detaildarstellungen heran, wie sie Pollack gegeben hat.

Als einzig in ihrer Art darf man wohl diejenigen Aufnahmen bezeichnen, welche das Abbruchgebiet vor und nach der Katastrophe zur Anschauung bringen. Die eine der Aufnahmen verdankt offenbar dem Umstande ihre Entstehung, dass in unmittelbarer Nachbarschaft, im Osten von der Abbruchstelle, eine der großen Lawinenverbauungen Pollacks gelegen ist, deren Aufnahmepunkt am Klassegg auch für die Aufnahme nach dem Abbruche wieder gewählt wurde.

Betrachtet man (Taf. II) die beiden trefflichen Bilder (l. c. Taf. XVI, Fig. 1 und 2), so erhält man den Eindruck, besonders in jenem vor der Katastrophe aufgenommenen Bilde, dass das Gebirge durchsetzt sei von einer Anzahl von Kluftflächen, Verwerfungen, welche stufenförmige Absätze zu bilden scheinen. Einer solchen

würde auch die 240 *m* lange, 43 — 95 *m* hohe Abbruchfläche entsprechen. Die Mächtigkeit der abgebrochenen Gesteinsmassen schätzt Pollack auf 10—20 *m*. Mit mittleren Werten ergäbe sich daraus eine Gesteinsmenge von etwa 250.000 *m*³. — Die zuthale gebrachte Steinmure hat einen viel größeren Inhalt: das Felssturzmaterial nahm aber auch noch gewaltige Massen überall dort mit, wo die Mure anprallte, und sie fegte auch die Sohle des Tobels aus.

Die beiden Bilder sind so trefflich, dass sich förmlich Schritt für Schritt die Veränderungen feststellen lassen.

Nicht ganz gleichwertig, aber gleichfalls sehenswert sind die beiden Bilder, welche uns den Sturzweg vor und nach dem Abbruche zeigen. Sie lassen ganz gut erkennen, in welcher Weise die Steinmassen an den Steilhängen des Tobels — dieselben haben Neigungen von 35—50° — gearbeitet haben.

Das Bild nach dem Abbruch liegt in einer größeren Darstellung vor; dasselbe ist besonders interessant durch einen am Rande der Bruchzone wohl abgebrochenen und eine Strecke weit nach abwärts gerutschten Felskörper, der am Absturz offenbar durch eine Stauung an den stehengebliebenen randlichen Felsmassen gehindert wurde.

Auch die Ansicht der Sturzbahn konnte in einem größeren Bilde vorgeführt werden.

Über die Art des Absturzes spricht sich Pollack eingehend aus. Wir wollen die Verhältnisse im Ab-

bruchgebiete zuerst an einigen der trefflichen Bilder ins Auge fassen. Eines derselben, aufgenommen hoch oben, vom Rande der verbauten Hänge aus betrachtet, zeigt uns die Bruchflächen noch genauer, es lässt uns auch die stehengebliebene Scholle links am Rande des Abbruches erkennen. Es zeigt uns auch die Staubwolken, welche bei den fortgesetzten Abbröckelungen erzeugt wurden.

Von der anderen Seite führt uns eine nächste Ansicht (Taf. III, Fig. 1) das Abbruchgebiet vor. Wir erkennen auf das beste die plattige Schichtung des brüchigen Gesteins, wir erkennen die tafelförmig aufragenden Schichtköpfe einzelner widerstandsfähigerer Bänke, zwischen denen das mürbere der Zerstörung mehr unterworfenen Gestein im Laufe der Zeit herausgewittert ist. Gegen den Vordergrund zu zeigt sich (bei *T*) eine schmale Vorstufe vor dem Abbruch, die steil geneigte „Terrasse“, und dahinter (bei 2) eine Stufe, über welche eine Runse bis zum Grate hinaufführt. *B—B* ist der oberste Theil des Sturzweges.

An den westlichsten Theil des Abbruches versetzt uns das nächste Bild (Taf. III, Fig. 2) und führt uns eines der merkwürdigsten Objecte vor, nämlich die nicht zum Absturze gelangte schon erwähnte Scholle (*H*). Wir erkennen bergwärts eine klaffende Spalte (*G*), die mit Schutt erfüllt ist, wir sehen die steilaufgerichteten Bänke. Von dort, wo der Mann steht, zieht sich ein offener Spalt (*R—R*) nach vorne, im Streichen der Schichten und in der Fortsetzung des weiter klaffen-

den Abrisses der Scholle, die am weiteren Absinken offenbar am Fuße gehindert wurde. Sie zeigt klar, dass noch Neigung zum weiteren Abbruche vorhanden wäre, sobald die unteren Felspartien dem Drucke von oben nachgeben würden. Die Scholle, wie sie sich auf dem sprechenden Bilde präsentiert, lässt meiner Meinung nach vermuthen, dass sich dieselbe an der streichenden Kluft thatsächlich eine Strecke weit nach vor- und abwärts bewegt hat. Die streichend zerklüftete Felspartie im Vordergrund dürfte davon durch eine querverlaufende Kluft, eine Art „Blatt“, getrennt sein. Diese Vorstellung drängt sich mir bei Besichtigung des photographischen Bildes auf.

Durch die Kluft nach Osten schreitend, kommt man an die Abbruchfläche (Taf. IV) selbst. Der Fels rechts ist die besprochene Scholle. Die schiefe Fläche ist die „Terrasse“, die ziemlich steil gegen Ost ansteigt, (bei *E*) scharfkantige Schichtköpfe erkennen lässt und mit scharfkantigen Gesteinstrümmern bedeckt ist. — Die stehen oder vielleicht besser hängen gebliebene Scholle hat Pollack verdienstermaßen noch mehrfach aufgenommen.

Ein zweites Bild zeigt die Abrissfläche und lässt erkennen, dass sie von mindestens einer streichenden Kluft durchsetzt ist. Die nach vielen Richtungen hin durchsetzenden weiteren Klüfte zeigen an, dass sie beim Sturze in eine Unmasse von Blöcken zerfallen würde. Eine dritte Ansicht zeigt eine tiefgehende, nach unten aufklaffende Spaltung, welche, wie mir

scheint, gleichfalls für ein Gleiten des Blockes sprechen dürfte.

Pollack bezeichnet das hängengebliebene Felsstück als „Horst“ (*H*), ein Name, der neuerlichst auf gewisse tektonische Erscheinungen in Anwendung gebracht wurde, die auf den vorliegenden Fall meiner Meinung nach nicht recht passt, da man es hier mit einer Abbrucherscheinung, die zur freien Loslösung führen muss, zu thun hat.

Die Steilstellung der Schichten — mit 85° gegen Süden, also recht sinnig fallend — das mürbere und sicherlich etwas nachgiebige Material der steil geböschten Partnachsichten, deren Gehängeneigung bis 50° beträgt, die tief- und weitgehende Zerklüftung lassen den Absturz leicht begreiflich finden. Ob es dabei zu einer Überkipfung der steilstehenden Bänke oder zu einem Zusammenbruch in sich selbst vielleicht durch Ausbauchung der Tafeln gekommen sei, das wird schwer zu entscheiden sein. Die Erscheinungen der scharfkantigen abgebrochenen Schichtköpfe auf der Terrasse scheinen zu sprechen für einen Abbruch der Schichten, für eine förmliche Abknickung derselben, jene bei der hängengebliebenen Scholle des „Felsprismas“ zu beobachtenden Erscheinungen scheinen mir die Möglichkeit eines Abrutschens nicht völlig auszuschließen.

„Nach der Gesammtheit der vorliegenden unzweifelhaften Anzeichen,“ sagt Pollack, „hat demnach schon vor längerer Zeit ein Thalwärtsneigen und

eine Senkung des später zum Abbruch gelangten und durch den ‚Horst‘ repräsentierten hoch aufragenden Schichtencomplexes stattgefunden.“ Die „Senkung“ wird wohl mit dem, was ich lieber als ein Rutschen oder sich Vorschieben bezeichnen möchte, zusammenfallen. Sicherlich hat Pollack ganz das Richtige getroffen, wenn er die Schwerewirkung als die Veranlassung des Ereignisses betrachtet; die Ursache aber liegt in dem Vorhandensein von Störungslinien, Spalten und Klüften, in welchen das Spiel der Atmosphärien sich stetig vollzieht und zum Zerfalle führt. Wo dieses Spiel der Kräfte reger vor sich geht, dort sind die Fortschritte der Zerstörung um so rascher und verheerender. Insoweit hat Herr Major Stefanović v. Vilovo in seinem Vortrage, den er in der hiesigen Geographischen Gesellschaft hielt (am 25. Oct. 1892, „Mittheilungen der Geogr. Gesellsch.“, 1892, S. 607 bis 612), gewiss Recht, wenn er auf die größere Häufigkeit von Abrutschungen, Bergstürzen und Lawinen auf den nach Süden gekehrten Hängen hinweist. Freilich werden dadurch die nordseitigen Abhänge zur Anlage von Straßen und Bahnlinien gewiss nicht unter allen Verhältnissen geeigneter und empfehlenswerter werden.

Pollack erzählt, dass die ersten Anzeichen von Abbrüchen im November 1891 eintraten. Der Abbruch vom 9. Juli 1892 war nach dem Gesagten ein echter Bergsturz: Steine, Schutt und Staub wurde zu thale gebracht. Die Staubentwicklung beim Abbruch

am 9. Juli war eine sehr bedeutende, und auch bei den Nachbrüchen in den folgenden Tagen wurden die Anbruchflächen wiederholt durch Staubwolken verhüllt. Die abgebrochenen Massen prallten zunächst an den südöstlichen Hang des Tobeltrichters, wurden zum Theil über die auf dieser Seite niedrigeren Ränder hinübergeworfen, dabei den Wald; ein Lawinenleitwerk und einen Theil des Bahnkörpers zerstörend, und gelangten bis an die Reichsstraße; der andere Theil wälzte sich als ein wahrer Steinstrom durch den Trichterhals über alten Lawinenschnee, denselben wohl zum Theil verflüssigend, schürfte das alte Schuttmaterial bis auf den Fels auf, Nachstürze der höher gelegenen Schuttmassen mit verursachend, nahm Bahn- und Straßenkörper mit sich, fuhr in die Alfenz, prallte an deren linkes Ufer und 25—30 m daran hinauf und wurde dadurch gegen Klösterle hinabgelenkt, aber nicht ohne auch ans rechte Ufer hinan- und hinaufgepresst zu werden.

Beim Austritte aus dem Tobel ist die heutige Grabenfurche tiefer als jene vor dem Ereignisse. Die obere Sturzbahn ist gleichfalls stark durchfurcht, und ältere Schuttmassen sind mit fortgerissen worden. Auch auf den Hängen außerhalb des von der Mure bedeckten Raumes erkennt man tiefe Furchen und Rinnen, die von den abstürzenden Felstrümmern förmlich „aufgepflügt“ wurden (*i* auf Taf. VI). Auch an den Ufern der Alfenz haben, wie erwähnt, Aufschürfungen stattgefunden. Am rechten Alfenzufer hat unterhalb der Reichsstraße und nahezu bis an diese hinaufreichend

ein Angriff stattgefunden, die Abschürfung zeigt die Maximalhöhe der Steinstromflutwelle. Viele der Blöcke sind mit Ritzen und Furchen kreuz und quer bedeckt — an die „Gletscherkritzen“ erinnernd — und die meisten der Blöcke sind mehr oder weniger an den Kanten und Ecken gerundet, was auf die gegenseitige Scheuerung zurückzuführen ist.

Schließlich möchte ich einige Pollack'sche Bilder aus dem Ablagerungsgebiete vorführen. Das eine führt uns eine Gesamtansicht des unteren Verlaufes vor. Wir sehen den quer über das Alfenzthal sich legenden Schutt- und Steinwall, den aufgestauten See und den Abfluss der Alfenz aus dem Stausee. Die aufgeschürfte linke Thalseite und das stehengebliebene Stück des Waldes treten deutlich hervor; wir verstehen daraus auch den Rückprall gegen das rechte Ufer unterhalb des Waldrestes.

Auch die Bilder über die verschiedenen Studien der Arbeiten zur Freimachung und Wiederherstellung der Bahnlinie sind gewiss hochinteressant.

Die Mächtigkeit der im Thalboden ausgebreiteten Steinmure an ihrem Zungenende lässt ein weiteres Bild erkennen.

Herr Oberingenieur V. Pollack hat noch mehrere weitere Aufnahmen vorgenommen. Ich muss mich der gemessenen Zeit wegen auf die vorgeführten beschränken. Es dürfte kaum ein früherer Bergsturz in allen seinen Theilen so vollständig aufgenommen worden sein als gerade der am Arlberg: ein neuer Beweis

für die große Wichtigkeit der Photographie zur Festhaltung der großen Vorgänge in der Natur.

Pollack schätzt die gesammten Sturzmassen im Ablagerungsgebiete, einer Fläche von $150.000 m^2$, auf $500.000 m^3$, wovon er $400.000 m^3$ auf den Absturz, $100.000 m^3$ auf die Aufschürfungsmassen aus dem Tobel zurückführt. Auf die eigentlichen Absturzmassen dürften nach den oben angegebenen Pollackschen Maßangaben, mittlere Höhe und Mächtigkeit angenommen, $250.000 m^3$ entfallen, alles andere aber wäre auf die mitgerissenen Massen aus der Sturzbahn zurückzuführen. Es sind eigentlich nicht sonderlich große Massen, wenn wir sie mit jenen der Bergstürze von Elm und jenen der Diablerets (1714 und 1749) vergleichen; die ersteren werden auf 10, die letzteren auf 50 Millionen Cubikmeter geschätzt. Was sind diese Massen aber, wenn wir sie mit jenen des alten Bergsturzes von Flims in Graubünden vergleichen, durch welche sich der Vorderrhein eine Thalschlucht ausnagen musste? Heim schätzte sie auf $15 km^3$, das sind 15.000 Millionen Cubikmeter, 300mal so groß als jene des Bergsturzes an der Südseite der Diablerets! Während beim Bergsturze am Arlberge der Höhenunterschied vom Abbruche bis zum Zungenende etwas über $1000 m$ beträgt, wird derselbe für Elm¹⁾ mit

¹⁾ Buss und Heim, Bergsturz von Elm, Zürich 1881, 164 S., 2 K. etc. Man vergleiche auch die Arbeit von A. Rothpletz darüber, „Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellschaft“, 1881, XXXVIII, 540—563.

450 m, für die Diablerets¹⁾ mit 2000 m angegeben. Der „ideale Böschungswinkel vom Schuttkegelende bis zum Abrissgebiete beträgt bei Elm 14—16°, bei den Diablerets 20·5° und erreicht bei Langen 25°“.

Vom Arlberge weg unternahm ich einen Ausflug ins obere Innthal von Landeck aufwärts und bis nach Reschen. Bei dieser Fahrt hatte ich an vielen Punkten Gelegenheit, neue Wildbachverheerungen zu sehen: Von den vielen Bildern möchte ich Ihnen nur eines vorführen (Fig. 2). Es ist die Vermurung des ganzen Thalbodens auf der rechten Seite des Inn unterhalb Ried.

Wenige Tage vor unserem Eintreffen war der Fendelsbach ausgebrochen und hatte die Straße zerstört und die ganze Fläche verwüstet.

Das Bild ist aber noch aus einem anderen Grunde interessant.

Unmittelbar hinter dem Städtchen, der Kirchturm zeigt die Stelle sehr gut an, erhebt sich ein ungeheurer natürlicher Damm, der von der rechten Thalseite bis an die Steilwand am linken Ufer hinüberreicht und das Hauptthal vollkommen abzuschließen scheint. Sehen Sie gut zu, so bemerken Sie eine Neigung der Oberfläche des Dammes vom rechten zum linken Ufer

¹⁾ Becker, Die Bergstürze der Diablerets. „Jahrbuch des Schweizer Alpen-Club“, XVIII, 1883. (mit Karte 1:25.000).

hin. Kommen wir von oben her, so erhebt er sich noch auffallender mit schroffen Hängen; wir sehen dann aber auch, wie der Inn doch seinen Weg gefunden hat, indem er sich in einer engen Schlucht zwischen dem Wall und dem felsigen linken Ufer hindurchgezwängt hat. Wir sehen auf dieser Seite aber auch ganz gut, dass die ebene Fläche des breiten Walles sich in den Stallanzengraben hinaufzieht, und erkennen auf das deutlichste, dass wir es mit einem Schotterkegel zu thun haben, aber von viel gewaltigeren Dimensionen als der neue, den wir unterhalb Ried passierten, einen Schotterkegel, der seiner Entstehung nach in die jüngere Diluvialperiode zu versetzen sein dürfte.

2.

Der zweite Hauptgegenstand, den ich im heutigen Vortrage zu besprechen vorhabe, ist, wie schon eingangs erwähnt wurde, die Katastrophe von Saint-Gervais. Dorf und Bäder von Saint-Gervais liegen im Val Montjoie, kurz oberhalb dessen Ausmündung in das Thal der Arve, westlich vom Mont Blanc. Der Schauplatz der Katastrophe ist ein geradezu classisch zu nennendes Gebiet. Hier wurden ja die ersten wirklich als wissenschaftlich zu bezeichnenden Beobachtungen in den Alpen vorgenommen, und zwar von niemand geringerem als von Horace Bénédicte de Saussure, einem der Gründer der heutigen geologischen und geophysikalischen Forschung.

Im dritten Theile seiner „Reisen durch die Alpen“ (Genf 1786, deutsche Übersetzung Leipzig 1787) findet sich schon eine Karte des Gebietes, die ganz gut orientieren könnte. Besser ist freilich die neuere Karte des Mont Blanc von Mieulet (1:40.000), von der ich das betreffende Stück zur Anschauung bringen will. Man kann darauf den Weg der verheerenden Fluten nach rückwärts und aufwärts ganz gut verfolgen, durch das Thal von Bionnassay, am Gletscher gleichen Namens vorüber auf dem Wege, der bis zur Spitze des Mont Blanc führt, auf dem Saussure seinen ersten Vorstoß dahin ausgeführt hat. Zwischen dem Glacier de Bionnassay und dem Glacier de la Grya liegt ein kleiner Gletscher, jener von Tête Rousse, von dem das Ereignis seinen Ausgang nahm, und der in einer Höhe von etwa 3200 *m* liegt.

Im vierten Bande der deutschen Ausgabe des Saussure'schen Werkes findet sich eine ganz treffliche landschaftliche Darstellung der Goûté-Spitze, aus dem Thale von Bionnassay gesehen (Taf. VI), auf welcher wir den Gletscher von Tête Rousse ganz gut erkennen können. Es ist der untere der beiden darauf eingezeichneten Gletscher. Während der obere dem Bionnassay-Gletscher angehört, sich mit demselben vereinigt, endigt der Gletscher von Tête Rousse oberhalb, wie schon erwähnt, ohne den größeren Hauptgletscher zu erreichen.

Eines der Verheerungsbilder (Fig. 3), nach einer der schönen Photographien des Herrn Pricam, bringt die Goûté-Spitze im Hintergrunde gleichfalls zur Anschau-



Fig. 2. Vermurung des Thalbodens unterhalb Ried
in Tirol (am Inn).



Fig. 3. Die Schlucht von Bionnay
mit der Goûté-Spitze im Hintergrunde.

ung, und man erkennt an einem Pünktchen die Lage des genannten Gletschers, man erkennt aber auch ganz gut, wie getreu die Saussure'sche Profilzeichnung ist. Die Photographie stellt uns zugleich den Schuttkegel dar, welcher das am Ausgange einer Schlucht gelegene Dorf Bionnay zum großen Theile zerstört und vermurt hat, sie zeigt uns weiter, wie hoch die Mure in der Enge wurde, indem sie $\frac{2}{3}$ der Höhe der Schluchtwände überstieg.

Saussure bespricht im § 489 die Lage von Saint-Gervais: „Es ist 150 oder 200 Fuß höher als die Arve. Das Erdreich, welches in diesem Abstände gerade abgeschnitten ist, scheint ganz aus Sand und Trümmern zu bestehen, die der Strom am Ende dieses Thales, wo er herauskommt, zusammengehäuft hat, oder die vielleicht auch durch beträchtlichere Ströme, welche in alten Zeiten diesen Platz besetzt haben, herbeigeführt wurden.¹⁾ Saussure war (§ 1106) von Genf am

¹⁾ Saint-Gervais und seine Bäder finden sich auch in den „Reisen in den Savoyer Alpen“ von Forbes (deutsche Ausgabe 1845, S. 178) beschrieben. Es heißt dort: „Diese Bäder liegen in einer tiefen, romantischen Schlucht, etwas unterhalb des Ortes gleichen Namens. . . . Die Mineralquellen von Saint-Gervais kommen aus dem Alluvium durch den Boden eines unterirdischen Ganges. Die drei wärmsten haben eine Temperatur von 104 und 106° F. (40 und 41° C.) Sie enthalten Eisen und Schwefel und entspringen gleich den meisten warmen Quellen nahe der Vereinigung verschiedener Gesteine: Kalke an der einen, Schiefer, Quarzfels und Conglomerat auf der anderen Seite.“

11. September 1785 zu Wagen nach Sallenche an der Arve gereist und ritt dann über Saint-Gervais nach Bionnay und Bionnassay und stieg durch die Schlucht des Baches, der vom Bionnassay-Gletscher kommt, hinan bis 741 Klafter über das letztgenannte Dorf, wo er sich durch seine Führer gerade gegenüber der Aiguille du Goûté eine primitive Hütte hatte herichten lassen, geschützt gegen Nordost und Nordwest „und 15—20 Schritte über einem kleinen, mit Schnee bedeckten Gletscher, aus welchem ein helles und frisches Wasser abfloss“. Von hier aus stiegen sie dann gegen die Aiguille du Goûté hinan, an deren Hange, auf einer Plattform ein beinahe wagrechter Gletscher gelegen ist, über den man hinweg muss, um an den Fuß der Kette zu gelangen. Dies ist offenbar der auch uns interessierende Gletscher von Tête Rousse.

Über die Katastrophe von Saint-Gervais (12. Juli 1892) liegt bereits eine wissenschaftliche Abhandlung vor,¹⁾ von den Herren J. Vallot, A. Delebecque und L. Duparc, die ich auch den folgenden Auseinandersetzungen zugrunde lege. Die genannten Herren haben in der Zeit vom 13. bis 19. Juli und am 17. August ihre Untersuchungen angestellt.

Aus ihren Feststellungen ergibt sich, dass das Ereignis am 12. Juli zwischen 1 und 2 Uhr nachts eintrat. Eine Wasserflut erfüllte das Thal von Bionnassay, jenes des Baches Bon-Nant (Val Montjoie) und zer-

¹⁾ Archives des Sciences physiques et naturelles, XXVIII, Sept. 1892, S. 177—202, mit drei Tafeln.

störte Bionnay, die Badeanstalt Saint-Gervais und weiter unterhalb einen Theil des Weilers Fayet. Etwa 150 Menschenleben giengen dabei zugrunde.

Die Ursache dieser fürchterlichen Verheerung lag in einem ganz merkwürdigen Abbruche an der Stirnseite des erwähnten kleinen Gletschers von Tête Rousse, der, wie gesagt, in etwa 3200 *m* Höhe am Fuße der Goûté-Spitze (Aiguille du Goûté, bei Côte 3139 der Karte von Mieulet) gelegen, und wie wir gesehen haben vom Thale aus sichtbar war. An der Eiswand war eine große Höhle bemerkbar. Bei dem Besuche der Abbruchstelle ließ sich Folgendes erheben: Der Gletscher liegt fast horizontal. Er ist noch im Rückschreiten begriffen und hat einen viereckigen Umriss. Im Osten grenzt er an die Steilwand der Goûté-Spitze, im Norden trennt ihn ein Felsgrat vom Glacier de la Grya, gegen Süden ein anderer vom Gletscher von Bionnassay, mit dem seine Mulde durch eine Einsenkung in Verbindung steht.

Der Hauptabfluss erfolgt gegen Nordwest zwischen zwei convergierenden Felsausläufern, die wie Strebe-mauern ein Widerlager des Gletscherplateaus bilden. Hier findet sich oberhalb einer mit Schnee erfüllten Trichterenge die fast verticale Eiswand, die am 19. Juli 40 *m* Höhe besaß und einen Halbkreis von etwa 100 *m* Durchmesser bildete. In dieser Wand öffnete sich eine Höhle mit ovalem („lenticulärem“) Eingange, der 40 *m* Breite und 20 *m* Höhe besaß (Fig. 4 nach Fig. 2 auf Tafel I der genannten Abhandlung). Vor der Kata-

strophe reichte der Gletscher über diese Wand hinaus und lässt sich die abgebrochene Eismasse im Maximum mit $90.000 m^3$ durch Reconstruction bestimmen.

Eine gute Vorstellung der folgenden Beschreibung gibt die Fig. 4 auf Tafel V der Abhandlung, einen Durchschnitt durch den kleinen Gletscher vorstellend (Fig. 5). Man erkennt die Schwelle, den abgebrochenen

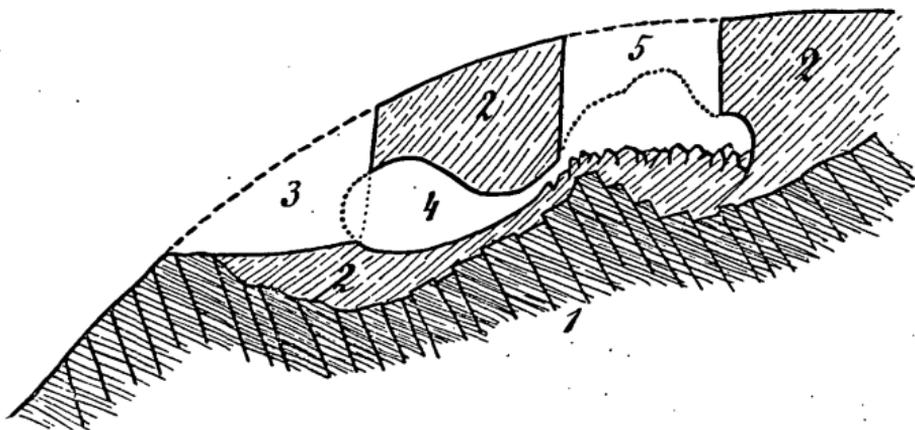


Fig. 5. Profil des Gletschers.

- 1 Grundgebirge (krystallinische Schiefer), 2 Gletscher Tête Rouse,
3 Abbruch und Eingang, 4 Eishöhle, 5 „Eisfall“.

und abgestürzten Theil des Gletschers, den Höhlen-
eingang, den Einbruch des Eises u. s. w.

Die Schwelle am Fuße des Gletschers besteht aus Glimmerschiefer. Nahe dem Eingange in die gewaltige Eishöhle hat man zwei Theile zu unterscheiden, deren rechter mit Blockeis erfüllt war. Die Wände der Höhle waren aus durchsichtigem Eise mit großen concaven Flächen, welche Oberflächenbeschaffenheit von jener

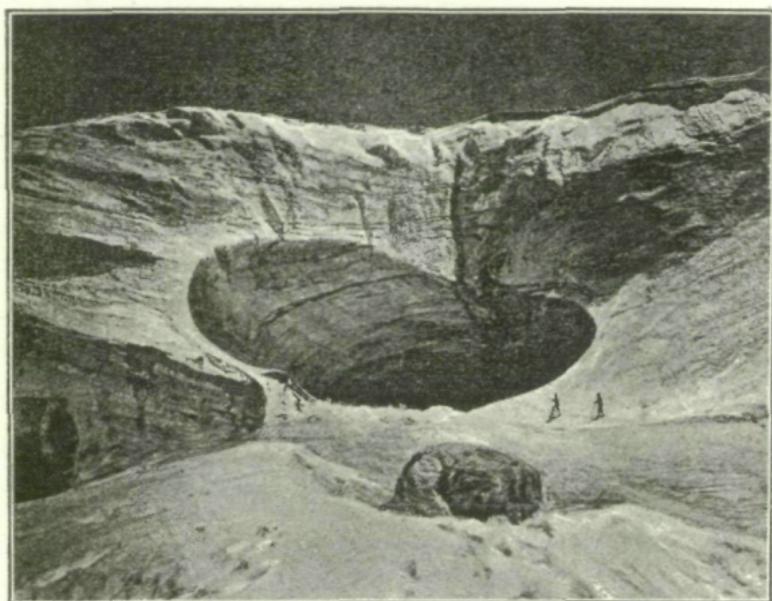


Fig. 4. Abbruch des Gletschers von Tête Rousse.

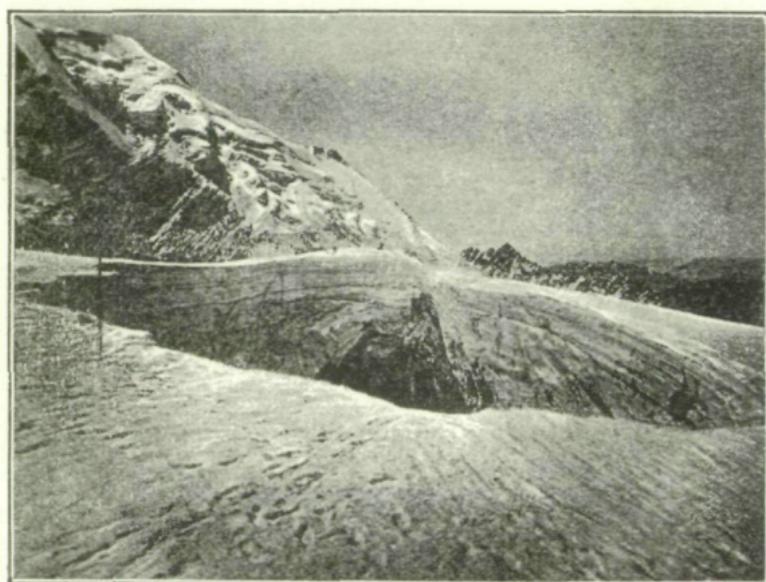


Fig. 6. Einsturz der Oberfläche des Gletschers
von Tête Rousse.

der gewöhnlichen Eishöhlen (etwa den Gletscherthoren) mit ihren auf atmosphärische Erosion zurückzuführenden kleinen concaven Vertiefungen ganz bestimmt zu unterscheiden ist. Die Autoren vergleichen sie mit jenen beim Gletschersee von Maerjelen (Berner Oberland) und führen sie zurück auf Wassererosion zur Zeit, als noch die ganze Höhle einen Eissees umschloss. — In der That war am 17. August noch ein Theil dieses Sees, unter den Eisblöcken sichtbar. Nach rückwärts kommt man bald in einen nach oben offenen Raum mit senkrechten Wänden, der offenbar nichts anderes ist als ein localer Einbruch des Gletschers. Der Boden des etwa 80 *m* langen und 40 *m* breiten Raumes war mit Eisblöcken überdeckt. Die Wände hatten eine Höhe von 35—40 *m* und ließen von oben herein bis auf 5—10 *m* Tiefe eine deutliche Schichtung erkennen: geschichtete Schneeablagerungen, deren einzelne Schichten bis 1 *m* mächtig waren; tiefer unten befindet sich eine zweite Partie, welche nach abwärts gerichtete Lagen zeigt.

Von oben betrachtet (Fig. 6) sieht dieser Hohlraum gerade so aus wie eine große Pinge oder noch besser wie ein gewaltiger Erdfall, etwa nach Art jenes der Macocha oder des Schlundes von St. Canzian.

Der interglaciale See hat die Höhle offenbar hinauf bis an die horizontal geschichtete Partie erfüllt, einen Raum von 25 *m* Höhe, stand aber möglicherweise mit noch anderen Höhlungen im Gletschereise in Verbindung, die der Gefährlichkeit wegen nicht erforscht

werden konnten, jedoch vorhanden sind. Die Wandungen des Eishöhlensees bestanden aus durchsichtigem Eise und ließen deutlich die Spuren längerer Berührung mit Wasser erkennen. Dieses im Eise eingeschlossen gewesene Wasser schätzen die Autoren vielleicht etwas zu hoch, im ganzen auf etwa $100.000 m^3$, wovon $20.000 m^3$ auf die untere Höhle unter dem Eingange entfallen würden. '

Die erwähnte Glimmerschieferschwelle — der Schiefer fällt mit 60° gegen den Mont Blanc ein — dürfte ein Hindernis für den Wasserabfluss gebildet haben; dasselbe war vielleicht auch an einer zweiten ähnlichen Schwelle der Fall, welche nach Vorstellung der Autoren in der Nähe der Einbruchsstelle anzunehmen sein dürfte. Das könnte aber nur die Aufstauung kleiner seichter Seen am Grunde des Eises zur Folge haben. Wieso es dabei zur Herausbildung eines $30\text{—}40 m$ hohen Hohlraumes kommen konnte, bleibt immer räthselhaft. Die Verfasser nehmen an, dass es bei der concaven Form des Gletscherbettes oberhalb der Schwellen zu Aufklaffungen des Eises gekommen sei, in welche das unter Druck nach dem Gesetze der communicierenden Gefäße stehende Wasser aufstieg und so die Höhlungen bildete. Wie lange diese Wasseransammlungen gedauert haben mögen, lässt sich nicht sagen. Es müssen sogar Verstopfungen der Ausflusstellen des Gletscherbaches eingetreten sein, denn es wurde vor Eintritt der Katastrophe eine Verminderung, ja sogar Unterbrechung des Abflusses beobachtet.

Die Abflussmenge am 17. August nach heißen Tagen schätzten Delebecque und Duparc auf etwa 10 l per Secunde, woraus sich unter gleichen Verhältnissen für 100.000 m³ Wasser ein Zeitraum von 3—4 Monaten ergeben würde. Die Ansammlung müsste somit schon spätestens zu Ende des Winters begonnen haben. Thatsächlich tritt im Winter aber ein Minimum des Wasserabflusses auf, ohne dass deshalb gesagt werden könnte, dass ein völliges Versiegen eintreten würde.

Das bei dem Ereignisse am 12. Juli ausgebrochene Wasser stürzte zunächst in den schneegefüllten Trichter am Fuße des Gletschers und theilte sich in zwei Läufe; der eine folgte einem unter 10° geneigten kleinen Thalwege und gelangte an die rechtsseitige Moräne des Gletschers von Bionnassay, der andere Theil überstieg einen Hang von einigen Metern Höhe und stürzte sich in drei Armen auf dieselbe Moräne und folgte dem schroffen Ausläufer des Montagne des Roques.

Die Wasserläufe lassen sich überall deutlich verfolgen an den abgewaschenen Blöcken, die oft einem förmlichen Geröllbrei gleichen. Eisblöcke sind im Oberlaufe nur wenige liegen geblieben, sie wurden auf die Moräne des Bionnassay-Gletschers hinabgetragen oder noch weiter. Die 90.000 m³ an Eisblöcken waren ja auch sehr wenig im Vergleiche mit den übrigen mit fortgeschleppten Massen.

In einem etwa 120 m breiten Thale zwischen der rechtsseitigen Moräne des Gletschers von Bionnassay und der Felswand von Roques vereinigte sich das

Sturzwasser zum Strome. 500 m weiter folgt eine zwischen Fels und Moräne abgegrenzte Strecke mit nur 5° Gefälle. Hier ist die Moräne tief ausgehöhlt, doch sind die größeren Blöcke nicht mit fortgenommen worden.

Die Flut ergoss sich also, den Gletscher Bionnassay nur an seiner rechtsseitigen Moräne streifend, ins gleichnamige Thal, zwischen der Felswand und einem gescheuerten Rundhöckerfelsen passierend, der sie vom Gletscher selbst ferngehalten hat.

Es muss ein ungeheurer Wildbach gewesen sein, dessen Spur man oberhalb des Dorfes am linken Ufer leicht verfolgen kann. Bäume und eine Hütte wurden hier mit fortgerissen. Auf dem ganzen Wege bis hier findet man überall Moränenschutt abgelagert, durch welchen jetzt das dünne schlammige Wasserchen vom Gletscher Tête Rousse abfließt.

Das Bersten der unteren Gletscherwand beim Ausbruche des Gletschereissees erfolgte mit einer heftigen Detonation, wie bei einem Erdbeben, und eine heftige Luftbewegung war die Folge, so heftig, dass dadurch Bäume entwurzelt und Dächer von Hütten abgetragen wurden. Oberhalb des Dorfes Bionnassay erschien das Gras auf den beiderseitigen Uferhängen wie bestäubt, mit einem sehr feinen Schlamm bedeckt, was in der That auf die zerstäubten trüben Wassermassen zurückzuführen sein wird. Unterhalb war die Flut durch die Unmengen der aufgewühlten und mitgeschleppten Gestein- und Schuttmassen schon dickflüssig, ein wahrer Schlamm-, Schutt- und Blockstrom.

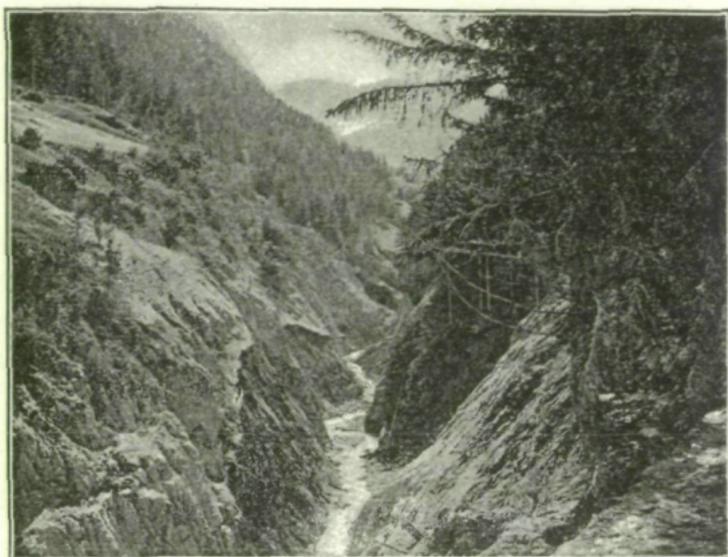


Fig. 7. Schlucht unterhalb Bionnassay.

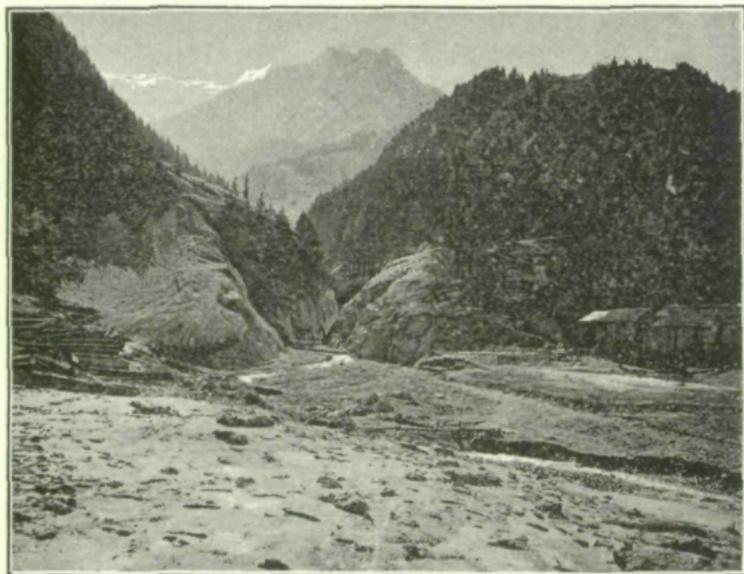


Fig. 8. Ausgang der Schlucht bei Bionnay.

Bis Bionnassay hatte der Strom Raum genug; er zerstörte wohl die Ufer und riss sie mit fort, ohne dem Dorfe selbst Gefahr zu bringen. Unterhalb verengt sich aber das Thal, und das Gefälle steigt auf 16° . Die Hänge sind theils Felsschroffe, theils mit alten Gletscherablagerungen und mit Humus bedeckt. Hier auf dieser 2—3 *km* langen Schluchtstrecke (Fig. 7) war die Zerstörung und der Abtrag am größten und gieng vielfach bis auf den nackten Felsgrund. Die Ufer wurden unterwaschen, brachen nieder, die Bäume stürzten in die Flut und bildeten förmliche verfilzte Flöße, auf welchen die darauf fallenden Steinblöcke in die tieferen Regionen trieben.

Vorübergehende Stauungen mussten dadurch eintreten, und es darf uns nicht wundern, dass das Wasser und der Steinbrei in der Schlucht 30—35 *m* hoch anstiegen, während die zerstäubenden Schlammwellen noch viel weiter hinaufreichten. Am unteren Ende ist die Schlucht am engsten, als ein wahrer Schlund in die Felsen eingeschnitten, und hier dürfte die Stauung ganz besonders erfolgt sein. Als diese Sperre endlich brach, stürzten die Massen dann über die Ufer Rücken der Schlucht in das Thal von Montjoie (Fig. 8), in das Bett des Bon-Nant und konnten sich ausbreiten; ihr Niveau sank infolge dessen auf 7—8 *m*.

Das Dorf Bionnay wurde nur zum Theil zerstört, ein Theil wurde durch einen aus dem heranschwimmenden Holzwerk sich aufbauenden natürlichen Damm geschützt, der die Flut auf das linke Ufer hinüber-

warf. Der ganze Thalweg ist hier in Gletschermaterial eingegraben. Die Ufer wurden zwischen Bionnay und Vernet stark beschädigt und alle Wasserbauten weggetragen. Die Flut wurde, wie dies in der Regel so ist, von der einen auf die andere Uferseite geworfen und dadurch einmal das rechte, dann das linke Ufer stärker angegriffen. Überall dort aber, wo das Gefälle sich vermindert, wurden schon auf dieser Strecke Massen von Schlamm, Schutt und Blockwerk aufgehäuft. Die Beschaffenheit der Flut, ihre Consistenz, war offenbar sehr verschieden, wie aus den Ablagerungen hervorgeht. Einmal war es ein dicker, zäher Schlammstrom, dann an anderen Stellen breitete sich ein viel leichter flüssiger Schlamm über die Ufer, an wieder anderen Stellen hat sich förmlich das trübe Wasser vom Schlamm- und Blockstrome geschieden, der eine convexe Oberfläche annahm. Unterhalb Vernet folgt eine neue Enge, die Schlucht von Saint-Gervais, mit starkem Gefälle und einem Wasserfall gleich oberhalb der Badeanstalt. Hier wiederholten sich die Vorgänge, wie sie in der Schlucht von Bionnay sich ereignet hatten, nur noch heftiger: es scheint, dass selbst anstehende Felsen aus den Wänden der Schlucht herausgerissen worden sind.

Die eleganten und ausgedehnten Baulichkeiten der Bäder standen auf ebenem Terrain am Ausgange der Schlucht, wo der Bon-Nant einen Bogen macht und das Thal sich erweitert (Fig. 9). Hier wirkten die Kräfte der Zerstörung zusammen. Zuerst trat ein Luft-



Fig. 9. Der große Hof des Bades von Saint-Gervais vor der Verheerung, von unten gegen den Ausgang der Schlucht schauend.

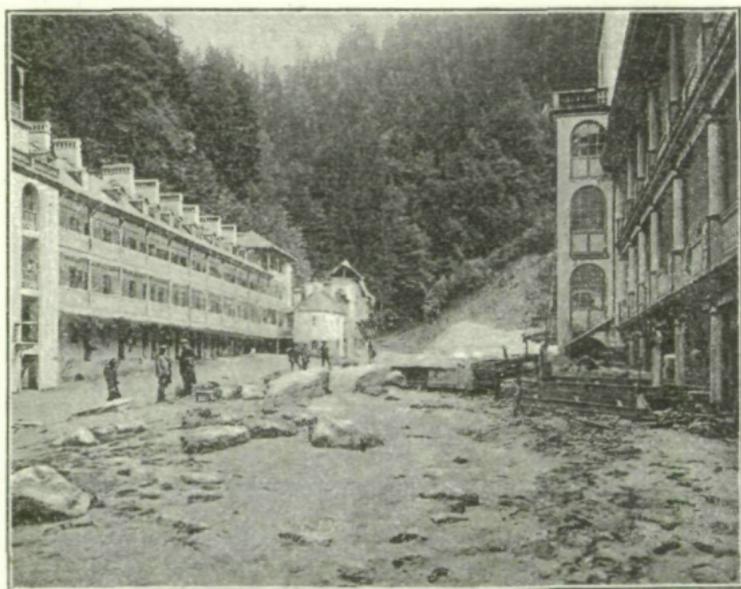


Fig. 10. Saint-Gervais nach der Katastrophe.

stoß auf, dahinter folgte eine Wasserflut, welche, dem Steinströme vorausseilend, einer Wasserhose ähnlich zerstörend auftrat und das ganze Thal 6—7 *m* hoch erfüllte, worauf erst die das Blockwerk herbeischleppende Schlammflut folgte, welche unaufhaltsam alles mit sich fortnahm, was ihr im Wege stand. Da sich das Gefälle hier plötzlich vermindert, wurden mächtige Vermurungen bedingt, so dass die stehengebliebenen Gebäude bis zu der Galerie des ersten Stockwerkes in Schlamm und Steinen begraben wurden (Fig. 10). 3¹/₂ *m* hoch liegt die Mure im Thale, und zwar am rechten Ufer am mächtigsten. Die Geschwindigkeit dürfte gerade zwischen den Gebäuden am größten gewesen sein. Hier liegen die größten Blöcke, darunter solche bis zu 200 *m*³ und bis über 500 Tonnen schwer. Ein Riesenblock liegt gerade dort, wo früher der Speisesaal des Hôtels gestanden (Fig. 11).

Meist sind es Quarzite der Trias, die im Schlamme und zum Theile auf den natürlichen Flößen getragen wurden. Ihr Transport nimmt nicht Wunder, wenn man bedenkt, welche Geschwindigkeit und damit Transportfähigkeit das Gewässer und der Schlamm schon infolge des großen Gefälles erreichten, im Mittel mindestens 10 *m* per Secunde. Der Höhenunterschied von der Stelle des Ausbruches und der Hauptablagerungsstelle bei und unterhalb Saint-Gervais beträgt 2640 *m* auf einer Strecke von circa 12 *km*, also im Mittel 1 *m* Höhe auf 4·5 *m* Weglänge.

Bei Fayet beginnt eine weite Thalebene, und hier

breitete sich ein großer flacher Schutt- und Schlammkegel aus in einer Ausdehnung von beiläufig 75 *h*, das sind $\frac{3}{4}$ *km*², und mit einer Mächtigkeit von durchschnittlich 80 *cm*, was eine Schlamm-, Schutt- und Blockmenge von 600.000 *m*³ für diese Fläche allein gibt (Fig. 12). Auf der Strecke vom Bade bis zur Brücke von Fayet liegt die Mure im Mittel 3 *m* hoch, was bei einer Fläche von 6—7 *h* 200.000 *m*³ oder im ganzen vom Ausgange der Schlucht bei Saint-Gervais nach abwärts 800.000 *m*³ ergibt. Die Wassermenge von 100.000 *m*³ wird also um das Achtfache übertroffen, ein Verhältnis, wie es bei Muren sowohl in den Alpen als in den Pyrenäen oft beobachtet worden ist.

Dass die Wassermenge wirklich keine größere gewesen ist, geht auch aus den Pegelbeobachtungen an der Arve bei Genf hervor. Man erkennt an diesem während des Sommers das tägliche Anschwellen infolge der Ablation der Gletscher auf das beste. Die Schmelzwässer des vorigen Tages kommen morgens 9 Uhr früh an den Pegel. Die Flut vom 12. Juli nachts musste mittags am 13. Juli Genf erreichen, und sie betrug nicht über 10 *cm*, während an der St. Martinbrücke bei Sallanches ein Ansteigen von 80 *cm* während einer Stunde beobachtet wurde. Sie müsste bei Genf, wenn der Wasserausbruch größer als 100.000 *m*³ gewesen wäre, auch beträchtlicher gewesen sein. Viel auffallender war der Unterschied des Gewässers in Bezug auf seine physikalischen Verhältnisse. Während sonst im August bei einem Wasserstande von 1.9 *m* im Cubik-



Fig. 11. Die Blockmassen von oben gesehen.



Fig. 12. Überschwemmung des Thalbodens von Fayet.
Verein nat. Kenntn. XXXIII. Bd.

meter des Wassers im Mittel 200—500 g Sinkstoffe enthalten sind, enthielt das Wasser in der kritischen Zeit im Cubikmeter nicht weniger als 7.79 kg Schlammtheilchen (!), im Verhältnisse mehr, als je zuvor beobachtet worden war. Am 3. October 1888 bei einem Hochwasserstande am Arvepegel von 4.43 m betrug die Menge an Sinkstoffen nur 5 kg per Cubikmeter.

Die von den genannten drei Autoren gegebene Darstellung geht somit von der Annahme des Ausbruches eines im Eise eingeschlossen gewesenen großen Wassersackes („poche d'eau“) aus, und was sie darüber melden, lässt ihre Annahme mehr als nur glaubbar erscheinen, so schwer es auch erscheinen mag, den Vorgang der inneren Aufthauung zu begreifen. Schließlich sind die Eisseeausbrüche wie jener im Martellthale ja auch mit solchen Höhlenbildungen und innerlichen Aufthauungen in Verbindung zu bringen. Bevor der Durchbruch durch den Eiswall des Suldenferners erfolgen konnte, musste das Thauwasser tief in den Eisstrom hinein einen Weg gebahnt haben, und zwar am Untergrunde des Gletschers hin und die Gletscherthorhöhlen ziehen sich tief in das Eis hinein.

Louis Agassiz hat sich in seinen „Untersuchungen über die Gletscher“¹⁾ (S. 166) über die Großartigkeit der Gewölbe ausgesprochen: man sei erstaunt, nach dem Eindringen unter den Gletscher durch sein Thor das Gewölbe nach allen Seiten hin unter den Eis-

¹⁾ Solothurn 1841.

massen sich fortziehen zu sehen, in oft sehr hohen und breiten verzweigten Gängen. Es ist diese Annahme durchaus geboten, schon wenn man irgend einen größeren Gletscherbach aus dem Gewölbe hervorkommen sieht.

Einzig in seiner Art dastehend ist die Verbindung mit dem Eisfalle, dem pingenförmigen Einbruche des Gletschereises am Gletscher von Tête Rousse. Louis Agassiz erwähnt zwar auf der Fläche des Gorner-Gletschers (am Mont Rosa) ganze Reihen von trichterförmigen Gruben, welche er auf Tafel I und II seines Atlases zu den „Untersuchungen über die Gletscher“ durch J. Bettannier nach der Natur zeichnen ließ. Sie gleichen überraschend gewissen kleineren Dolinenzügen auf den Karstplateaus. Er gibt an, dass sie von elliptischer Form seien, 10—12 Fuß lang, 3—4 Fuß breit und oft bis auf 20 Fuß tief. Manche derselben haben aber wie Heim anführt¹⁾ auch 50—130 m Durchmesser und 20 bis über 30 m Tiefe, und auf der Karte des Ingenieurs Imfeld vom Gorner-Gletscher sollen deren 26 eingezeichnet sein. Auch am Unteraargletscher sind sechs solche Vertiefungen mit Durchmessern bis zu 70 m eingezeichnet (Karte von Wild, 1842), Erscheinungen, von denen Heim im Jahre 1870 nichts mehr vorfand. An diese Löcher und kraterförmigen Einstürze musste ich denken, als ich die Darstellung

¹⁾ „Gletscherkunde“, Stuttgart 1885, S. 246. — Karte des Gorner-Gletschers von Imfeld, 1876.

der Eispinge am kleinen Gletscher der Tête Rouse zu Gesichte bekam. Gerade über diese Bildungen wussten wir bisher nichts Näheres und ist die Eispinge am Gletscher von Tête Rouse wohl die erste, zu der man durch das Eisthor und die Eisgalerien gelangt ist. Wer würde, wenn er die obigen Beschreibungen liest, nicht an die unterirdischen Laufstrecken und die Abgründe von St. Canzian im Triestiner Karst oder an die Punkva und die Macocha in der „mährischen Schweiz“ erinnert werden, mit welchen ich die Erscheinung verglich. Heim wird mit seiner Meinung, dass diese trichter- und kraterförmigen, „vielleicht den Erdfällen entsprechenden Einsenkungen“ mit ausgeschmolzenen Höhlen in Verbindung zu bringen seien, nicht fehlgehen. Ob dabei warme Quellen im Spiele sind, bleibt freilich vorerst eine offene Frage.

Dass der plötzliche Einbruch so gewaltiger Eismassen in einen mit Wasser gefüllten Raum durch die plötzliche Vermehrung des Druckes auch ein Bersten der unteren Wand herbeiführen helfen konnte, dürfte sicher sein. Diese Meinung ist übrigens nicht etwa die allein ausgesprochene. Professor F. A. Forel in Lausanne, einer der tüchtigsten und eifrigsten Geophysiker der Schweiz, hat¹⁾ die Meinung ausgesprochen, das Ereignis sei einfach durch Absturz des Stirn- oder Zungenendes des Gletschers herbeigeführt worden. Er schätzte die abgestürzte Masse auf 1,500.000 bis

¹⁾ „Comptes rendus“, 18. Juli 1892.

2,000.000 m^3 ¹⁾) und meinte, dieselbe wäre beim Absturz pulverisiert und theilweise durch den Fall flüssig gemacht worden und hätte halbflüssig über die horizontale Moräne des Gletschers von Bionnassay gleiten können. Erst nach der Vereinigung mit dem Bache von Bionnassay und von Bionnay sei dann die Schlamm-masse gebildet worden. Diese Anschauung war wohl auch für die ersten telegraphischen Zeitungsberichte die maßgebende gewesen.

Solche Abstürze sind im Mont Blanc-Gebiete durchaus nichts Seltenes. Schon F. D. Forbes („Reisen in den Savoyer Alpen“ 1843 und deutsch 1845) spricht davon, und A. Mousson in seiner classischen Schrift „Die Gletscher der Jetztzeit“ (1854) bezeichnet sie geradezu als „Gletscherstürze“ und A. Heim außerdem auch als Eis- oder Gletscherlawinen. Ja schon Hor. Ben. von Saussure (4. Band der deutschen Ausgabe, Leipzig 1788, S. 324) erzählt davon: „Der ganze untere Theil des Domes von Gouté war mit äußerst steilen Gletschern umgeben, welche sich in den von Bionnassay ausleerten: alle Augenblicke rissen sich ungeheure Stücke von diesem Gletscher los, die vor unseren Augen mit fürchterlichem Krachen hinabfielen und sich in Wirbel von Staub umwandelten, welche von der durch ihren Fall in Bewegung gebrachten Luft

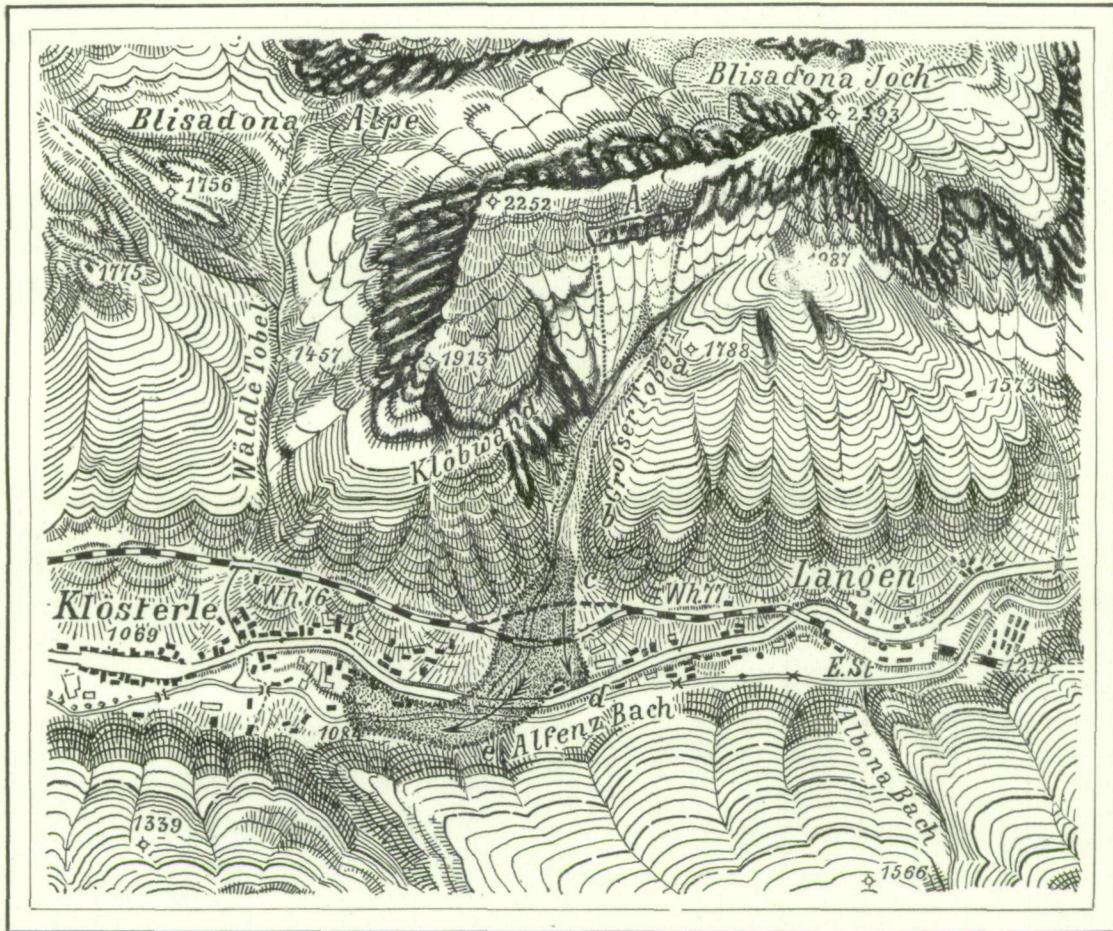
¹⁾ Diese großen Abbruchmassen bezweifeln unsere Autoren, man müsste sie ja gefunden haben, und wären sie völlig verflüssigt, so müsste das Anschwellen der Gewässer noch viel größer gewesen sein.

gleich Wolken in eine erstaunliche Höhe getrieben wurden.“

Solche Abstürze haben nun als Folge die Bildung neuer tiefer liegender Eismassen, die man als regenerierte Gletscher zu bezeichnen pflegt. Die Entstehung einer Schlammflut infolge der theilweisen Verflüssigung beim Absturze oder Aufschlage lässt sich in so großem Ausmaße, um die geschilderten Folgen zu bewirken, kaum begreiflich finden. Es ist aber auch eine solche Annahme nicht nothwendig, da die Existenz von Hohlräumen im Eise nach den geschilderten Verhältnissen außer aller Frage steht und auch die Möglichkeit der Aufstauung von Wässern in denselben nicht bezweifelt werden kann. Nur infolge plötzlich auftretender großer Fluten lassen sich die geschilderten Vorgänge erklärlich finden. Auch der Gletschersturz müsste vorerst Aufstau einer gewaltigen Wassermasse bewirkt haben, deren plötzlicher Durchbruch dann die Verheerungen im Gefolge gehabt haben könnte. Mit Recht weisen die Autoren besonders auf das oben hervorgehobene einstündige Anschwellen der Arve um 80 *cm* bei der Martinbrücke von Sallanches hin; dieses beweist allein schon, dass das Wasser die Haupt-, das Eis aber nur eine untergeordnete Rolle spielte. Die Frage, ob die Katastrophe vorauszusehen gewesen, beantworten sie natürlich mit Nein, es war ja ein Ereignis, wie ein gleiches bisher überhaupt nicht beobachtet worden ist.

Ob eine Wiederholung zu vermeiden sei, das

verneinen sie nicht. Sie müssten das Sprengen der Schwellen im Gletscherbette vorschlagen und das Planieren derselben, um die Bodenspaltenbildung zu verhindern. Am 19. August beobachteten sie bemerkenswerte Deformationen in dem Gewölbegange unter dem Eise zwischen dem Eingange und der großen Einbruchhöhle. Sollte die Verstopfung vollkommen vollzogen werden, so müsste sich die obere Höhle durch das zufließende Schmelzwasser bald wieder füllen (sie berechnen den erforderlichen Zeitraum mit ca. 100 Tagen), und wäre es dann freilich immerhin sehr möglich, dass der Wasserdruck dann die nur 40 m mächtige, unten sehr ausgehöhlte Eiswand brechen könnte. Hoffentlich werden Beobachtungen der Veränderungen der Verhältnisse systematisch vorgenommen, wie es von den Autoren empfohlen worden ist.



Nach einer Skizze des Herrn Ob.-Ing. V. Pollack. (Aus dem Jahrb. d. k. k. geol. R.-Anst. 1892, S. 662.) Massstab 1 : 25.000.

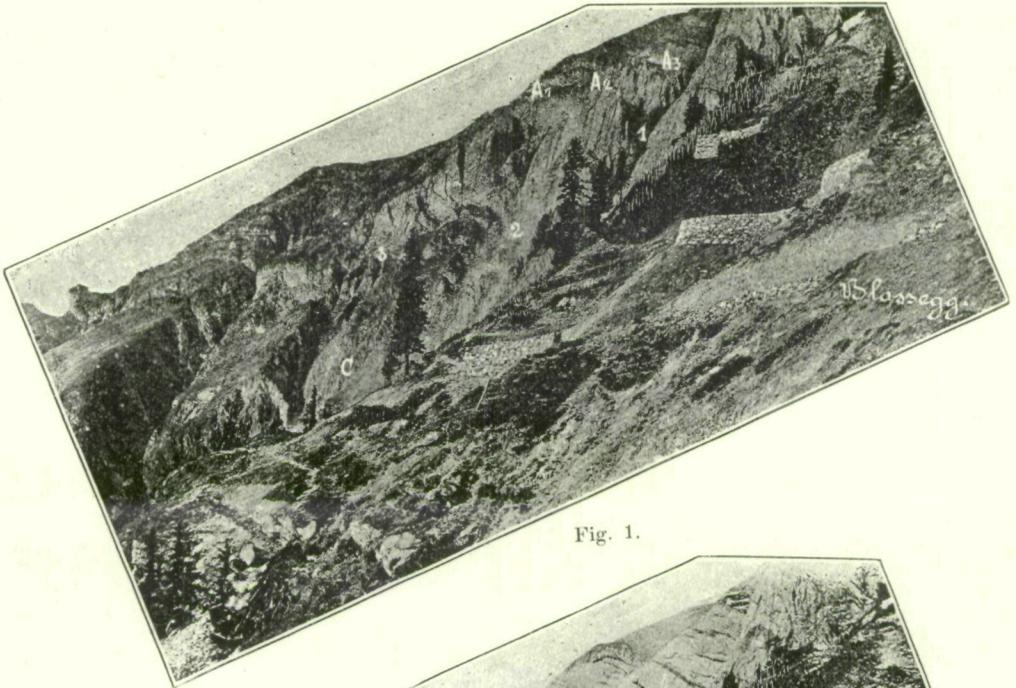


Fig. 1.

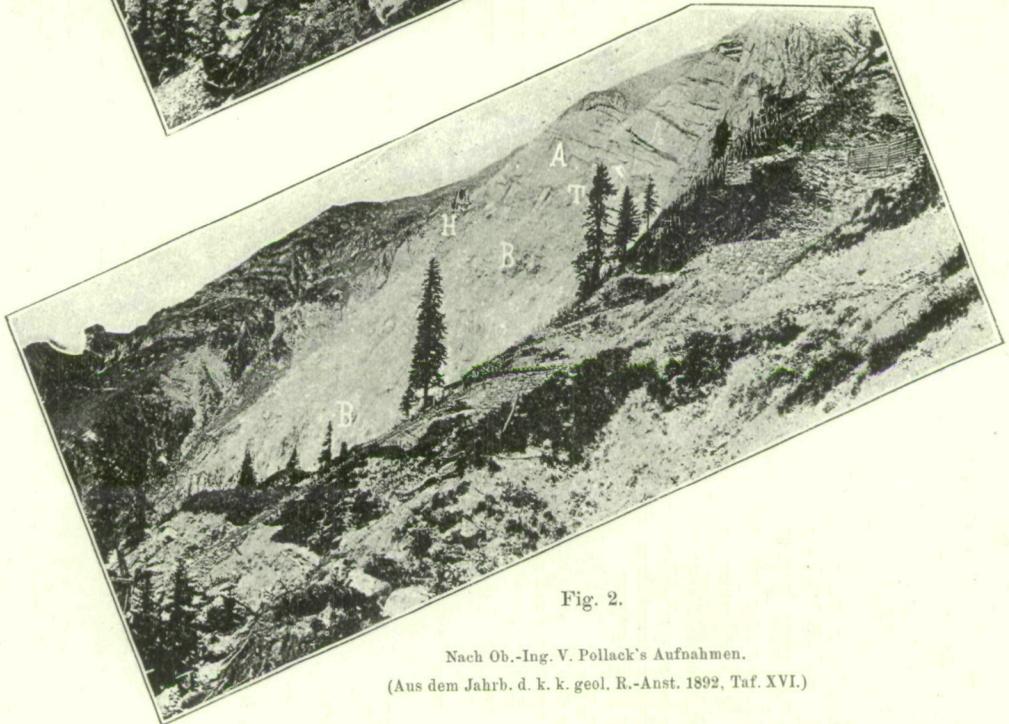


Fig. 2.

Nach Ob.-Ing. V. Pollack's Aufnahmen.
(Aus dem Jahrb. d. k. k. geol. R.-Anst. 1892, Taf. XVI.)

Fig. 1 das Abbruchgebiet vor, und Fig. 2 nach dem Bergsturze.

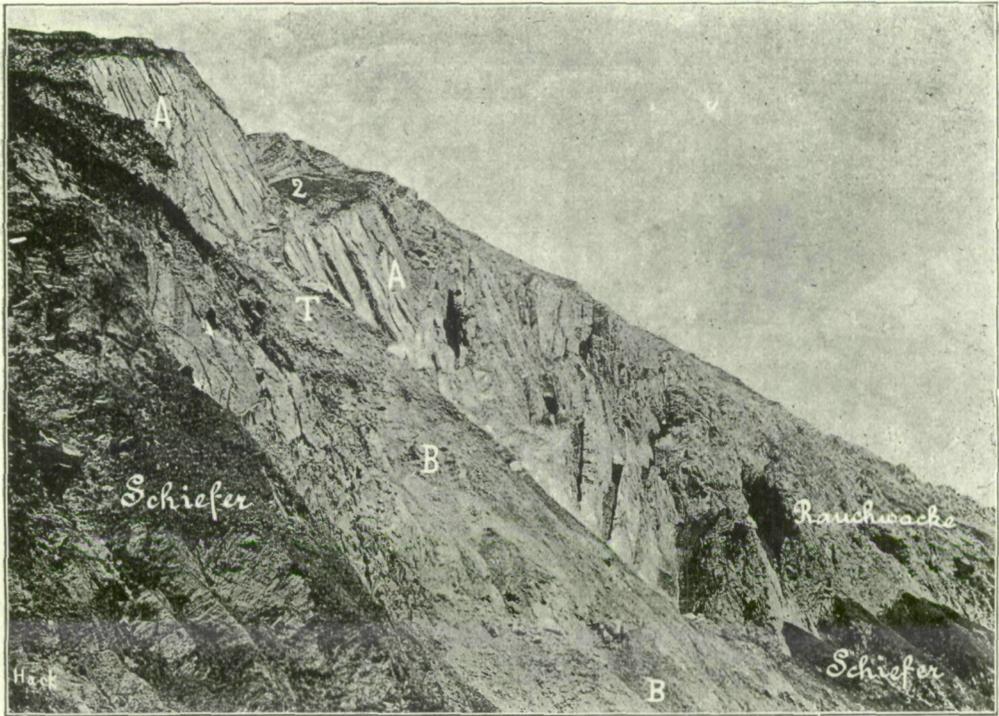
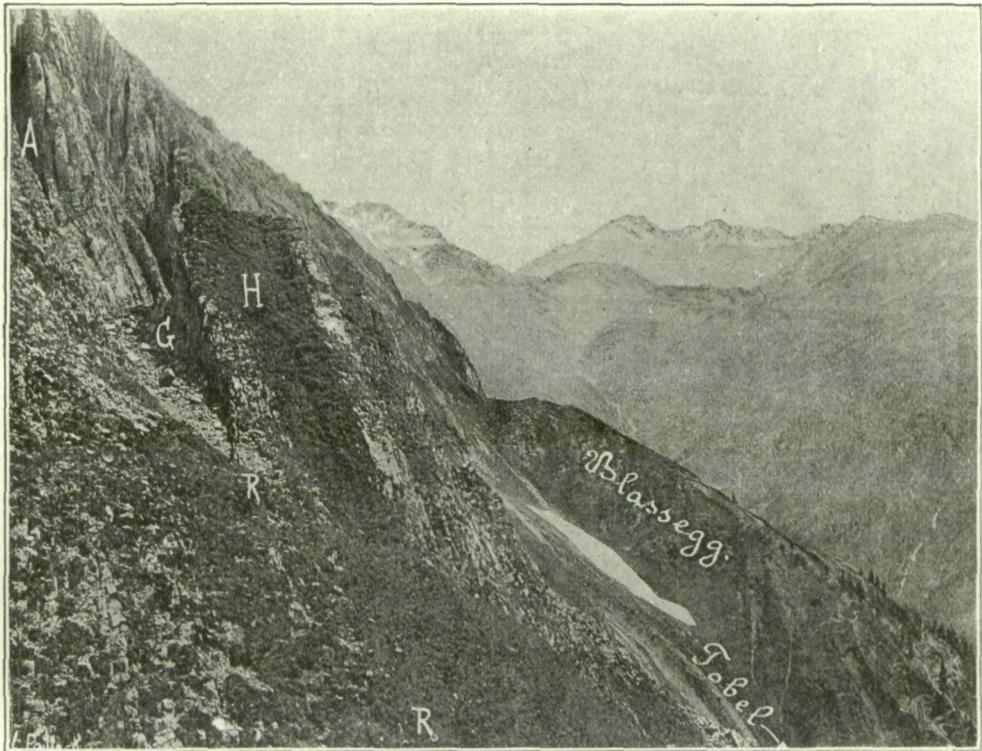


Fig. 2.



Nach Ob.-Ing. V. Pollack's Aufnahmen. (Aus dem Jahrb. d. k. k. geol. R.-Anst. 1892, Taf. XVIII.)

Das Abbruchgebiet des Bergsturzes.

A Abbruchflächen. T Terrasse. B Sturzbahn. H Stehen gebliebene Scholle. R-R Offene Spalte.



Nach Ob.-Ing. V. Pollack's Aufnahme. (Aus dem Jahrb. d. k. k. geol.-R.-Anst. 1892, Fig. 2, Taf. XVII.)

Die Abbruchstelle.

A Abbruchfläche (mit 85° nach Süd fallend). *T* Terrasse. *E* Abbruch-Schichtköpfe. *D* Eckige Gesteinstrümmer.
H Stehen gebliebene Scholle.



Nach Ob.-Ing. V. Pollack's Aufnahme. (Aus dem Jahrb. d. k. k. geol. R.-Anst. 1892, Fig. 1, Taf. XVII.)

Der Bergsturz am Arlberge.

A Abbruchgebiet. *B-B* Sturzweg. *a* Erster Anprall an der südöstlichen Tobelwand. *b* Früher bewaldet gewesener Bergrücken, über den die Sturzmassen hinüberdrangen. *g* Aufgeschürfte Austrittsstelle aus dem Tobeltrichter. *h* Abgeschürfter alter Schuttkegel der Klößwand. *i* Von Blöcken aufgerissene Furchen. *n* Schuttkegel der Nachstürze im Tobel. — Bei *g* lag die Regentobelawine, bei *c* stand früher ein Lawinen-Leitwerk.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Toula Franz

Artikel/Article: [Der Bergsturz am Arlberge und die Katastrophe von Saint-Gervais. \(5 Faltafeln.\) 447-502](#)