

Der Bergsturz im „grossen Tobel“ nächst Langen am Arlberg vom 9. Juli 1892.

Von Vincenz Pollack.

Mit Tafel XVI—XVIII.

Der Absturz grosser zusammenhängender Gesteinsmassen zwischen Langen und Klösterle am 9. Juli 1892, Morgens um 3 Uhr hat dadurch, dass er die hervorragendste Verbindung Oesterreichs mit Vorarlberg — Arlbergbahn und Poststrasse — wenn auch nur auf kurze Zeit, so doch vollkommen unterbrach, die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen, und verdient das Ereigniss in Folge mehrfacher Umstände eine ausführlichere Besprechung, als dies bisher geschehen¹⁾.

Es ist für den vorliegenden Zweck als ausserordentlich günstig zu bezeichnen, dass bereits seit mehreren Jahren, also vor eingetretener Katastrophe, deutliche photographische (oder besser gesagt photogrammetrische) Aufnahmen des ganzen Bergsturzgebietes anlässlich der Projectsarbeiten für Lawinenverbauungen zu Gebote stehen, und dass es ferner möglich war, unmittelbar bis an die Anbruchsstelle selbst emporzudringen, eine Gelegenheit, die sich bei ähnlichen Vorkommnissen meines Wissens noch nirgends dargeboten hat, und welche es ermöglicht, auf Grund thatsächlicher Beobachtungen thunlichst hypothesenfreie Schlüsse zu führen.

Das Klosterthal bildet in seiner Erstreckung zwischen Dalaas und Stuben die Grenzscheide zwischen den krystallinischen Schieferen, welchen die südlichen und der alpinen Trias, welcher die nördlichen Thalgänge angehören.

Der „grosse“ oder auch „Blisadona“-Tobel entspringt mittelst einer Einmündung westlich der Côte 1987 *m* (Vergleiche umstehendes Kärtchen Fig. 1) am rechten, nördlichen Ufer der Alfenz in den Gehängen zwischen Blassegg und dem Blisadonajochgrat

¹⁾ In Nr. 10 der Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt vom 31. Juli 1892 habe ich nach meiner Rückkunft vom Arlberg, als die vorliegende Arbeit bereits fertig gestellt war, einen Bericht über eine kurze Recognoscirung von J. Blass vorgefunden.

und ist in den oberen zwei Dritttheilen tief in die Felswände eingeschnitten. Das rechtsufrige sehr steile Tobelgehänge von anfänglich 400 bis weiter unten bis nahezu 1000 m steigender Höhe culminirt in einem langgezogenen Kamm mit den Höhenzahlen 2393 und 2252 m, während das linke wohl eine Höhe von 1987 in der Pyramide des



Fig. 1. (Maßstab 1:25,000.)

Blassegg ob Langen erreicht, aber gegen die Côte 1788 und weiter rasch abfällt und daher die Uferlehnen dieser Seite nur etwa 100 bis 200 m über der Tobelsohle emporsteigen.

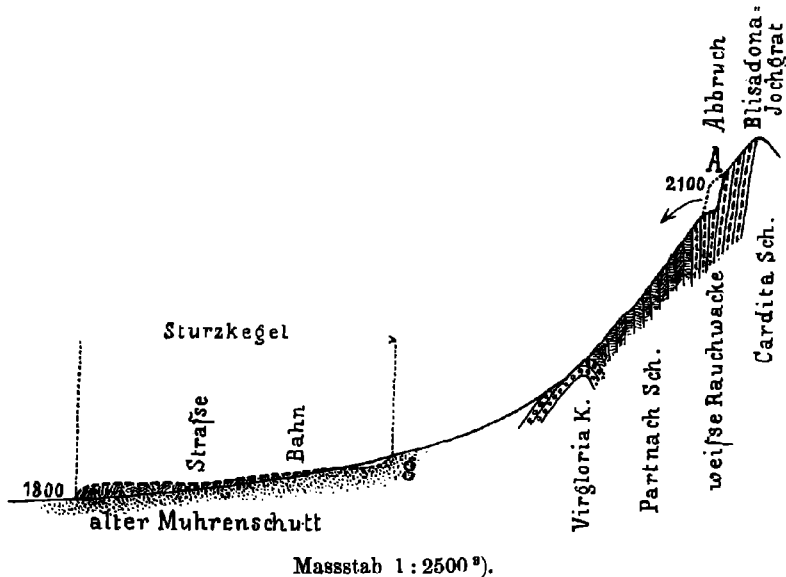
Der etwa 2 km lange Tobel streicht in seinem obern Lauf von NO nach SW und wendet sich in dem untern Theil, insbesondere

dort, wo er bald auf seinen grossen im W—O streichenden Klosterthal aufgebauten Muhrenschuttkegel austritt, einer mehr südsüdwestlichen Richtung zu.

Das nördliche Gehänge des Klosterthales zwischen Klösterle und Langen besteht aus Virgloria-Kalken, Partnach-Schiefern und Arlberg-Kalken v. Richthofen's¹⁾, für welch' letztere jedoch im Sinne von E. v. Mojsisovics die Bezeichnung Cardita-Schichten substituiert werden soll²⁾.

v. Richthofen hat seinerzeit einige generelle Profile des Aufbaues der Trias-Schichten im Klosterthal entworfen und dieselben als eine steilstehende Faltenbildung charakterisirt. Ein Profil durch die Abbruchstelle bis in die Tobelsohle (vgl. Fig. 2) lässt diese Verhält-

Fig. 2.



nisse unter Zuhilfenahme der Aufschlüsse daselbst und der Tektonik der östlichen und westlichen Gehänge deutlich zum Ausdruck gelangen. Die zum Klosterthal annähernd parallel streichende, nach Norden geneigte Antiklinale senkt sich in den tieferen Schichten gegen Ost, zeigt zunächst der Tobelsohle rechtsinnig verflächende Virgloria-Kalke, darüber die Partnach-Schiefer mit den eingelagerten Dolomithänken, welche rasch eine steile Stellung erreichen. Sodann folgt der mäch-

¹⁾ F. v. Richthofen. Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, X. Jahrg 1859.

²⁾ E. v. Mojsisovics. Faunengebiete und Faciesgebilde der Triasperiode in den Ostalpen. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt 1874.

³⁾ Die Côte 1800 am Fusse des Sturzkegels ist, wie der Vergleich mit den Höhenangaben im Kärtchen Fig. 1 zeigt, durch die Côte 1084 zu ersetzen.

tige aus dünn- und dickgeschichteten Kalken, Dolomiten, Sandsteinen und Schiefem bestehende Complex der Cardita-Schichten, deren Details insbesondere östlich des Abbruches (Taf. XVIII, Fig. 2) gut aufgeschlossen sind, darunter besonders prägnant eine Lage der weisslich grauen bimssteinartigen Rauchwacke mit einzelnen Höhlenbildungen, welcher festere Kalkschichten folgen, deren Verwitterungsformen schneidig fächerförmig seitlich der Ursprungsstelle des Felssturzes in die Luft ragen und durch tiefe Auswitterungen der mergeligen Zwischenlagen getrennt sind; Theile dieser frei emporragenden Kalkbänke haben in ihren obersten ausgewitterten Ausläufern eine verticale oder auch etwas überhängende Lage, dass man versucht werden könnte, dieselbe nicht blos auf die allgemein saigere Schichtstellung infolge der gebirgsbildenden Kräfte, sondern auch auf eine durch spätere Wirkung der Schwerkraft hervorgerufene Tendenz einer nachträglichen Neigung nach der freieren Seite zurückzuführen. Ein Theil dieser gut geschichteten Gesteine gelangte zum Absturz. An der Abbruchfläche *A*, *A* selbst stehen graue Kalksteine mit fast rein südlichem Verflachen bei einem Neigungswinkel von 85° an und sind die durch den Sturz frisch entblösten Schichtflächen von scharf umgrenzter, weithin sichtbarer, braungelber Färbung — oberhalb *A A* auf Tafel XVIII, Fig. 2, auch entnehmbar — wodurch sie sich sofort von den stehen gebliebenen seitlichen grauen Wänden der nächsten Umgebung abheben. Zahlreiche kleinere und grössere trockene Runsen, die durch den Topographen wohl nur sehr schematisch im Kärtchen, Fig. 1, angedeutet sind, durchfurchen die Steilwände, so dass dazwischen viele obeliskentartig aussehende Felsnadeln entstehen.

Abrissgebiet des Bergsturzes.

Betrachtet man die glatten Schichtflächen des Anbruches von der Thalsohle oder selbst näher von der gegenüber liegenden Lehne aus, so ist man geneigt, an ein Abrutschen von Schicht an Schicht zu denken, welche Meinung noch verstärkt werden könnte durch die Betrachtung der Flächen in nächster Nähe, indem insbesondere an dem westlichen Flügel verticale Riefen sichtbar sind. Nichtsdestoweniger stellt sich bei näherer Untersuchung die Sachlage anders dar.

Vor eingetretenem Niedergang von tiefer liegenden Punkten aus aufgenommene Photographien, insbesondere eine Reihe von Aufnahmen vom 8. November 1891, welchen Tafel XVI, Fig. 1 entnommen ist, zeigen im Bereiche der Ursprungsstelle die von grossen Klüften durchzogenen Felswände nebst den davor stehenden spitzen, pyramiden- oder kegelförmigen Gestalten, wie sie noch jetzt in gleicher Weise vorkommen, sodann gegen Osten eine tiefe, durch Partnach- und Cardita-Schichten bis zur jetzigen neuen Anbruchfläche gehende Runse (Nr. 1), weiters ungefähr in der Mitte der nachher abgestürzten Partie eine zweite (Nr. 2), welche oberhalb der Abrisswände in eine grössere Rinnen- oder Muldenbildung ausgeht, die sich bis zum Kamm des Gebirges erstreckt, und schliesslich unter dem westlichen Ende der Ausbruchnische im Mergel eine kleine, wenn auch

nur untergeordnete dritte Runse (Nr. 3). Im weiteren zeigte sich ober der heutigen Absturzwand ein lichter deutlicher Längsstreifen $A_1 A_2 A_3$ an den stehen gebliebenen Schichtflächen, der genau die Contour der oberen Begrenzung der abgestürzten Platten einhielt und sich dadurch als eine damals bereits vorhandene Trennungsfläche documentirte. Zur Zeit der photographischen Aufnahme vor dem Ereigniss (8. November 1891) war in der mittleren (zweiten) trockenen Runse ein fortwährendes Rollen abstürzender Steine unter Staubwolkenbildung bemerkbar und stürzte schliesslich auch eine kleinere, ihres Haltes beraubte Gesteinspartie in den Tobel. Die lichter gefärbte Sturzbahn (2) nebst leichter Staubaufwirblung (bei C), sowie die abgeschürften, vorher berast gewesenen unteren Mergel bei der Ziffer 2, Tafel XVI, Fig. 1, lassen sich aus der Photographie ganz gut erkennen.

Die stehen gebliebene Anbruchfläche (in sämtlichen Darstellungen mit A bezeichnet) mit 85° Fallwinkel hat eine gemessene Länge von 240 m und Höhen von 54, 43 und 95 m. Der ehemals davorgestandene Theil mit einer geschätzten Stärke von 10—20 m hat den Bergsturz gegeben.

Den thalseitig vorgelagerten Fuss der abgebrochenen, ehemals steil aufgerichteten Kegel und Platten bis beiläufig den oben angegebenen gleichen Höhen, bilden die schon erwähnten zum Theile stufenförmig abgewitterten Partnach-Mergel mit steiler äusserer Böschung. Tafel XVI, Fig. 1 und Tafel XVIII, Fig. 2.

Es ist naheliegend, ein theilweises Nachgeben dieser Mergel zumindest in ihrem höchsten Ausgehenden zunächst der abgebrochenen Kalkschichten anzunehmen, weil dadurch der Absturz der sehr hohen und steilstehenden und nur vor ihrem Fuss gestützten Kalkplatten mitveranlasst oder erleichtert wurde. Ein vollständiges Weichen oder Abstürzen derselben auf grössere Tiefen ist jedoch dadurch ausgeschlossen, dass unmittelbar an die steil aufragende Anbruchfläche (vergl. Tafel XVII, Fig. 2) eine von scharfkantigen frischen Gesteinstrümmern D bedeckte Terrasse T von circa 10 m Breite anschloss, durch die einzelne der quer abgebrochenen Schichten E hervorstechen, welche bei einem gänzlichen Abbruch des Vorlandes nicht vorhanden sein konnte. In dieser zu Thal geneigten Terrasse erfolgte der eigentliche Abbruch der an den Schichtklüften bereits abgetrennten Straten und ist zu Folge dieser Terrasse ebensowenig an ein Abrutschen an Schichtflächen zu denken.

Der früher erwähnte und bereits vor der Katastrophe zu beobachtende gelbliche Trennungstreifen war in seiner Höhendimension von 5 bis gegen 8 m zu bedeutend, als dass er durch blosses Abtrennen und etwaiges zu Thal Neigen der vorgelagerten Felsplatten allein erklärt werden könnte; desgleichen wird auch die Annahme, dass Theile an der oberen Kante der späteren Abbruchmasse schon früher zum Absturz gelangten, durch das alte unbeschädigte beraste Aussehen derselben nicht bestätigt, so dass nur mehr die Möglichkeit erübrigt, dass auch eine entsprechende Senkung der oberen

Begrenzungsfläche der Schichtköpfe eingetreten sei. Dass bloß eine thalseitige Ausbauchung oder in ein Ineinanderpressen längs der Absonderungsklüfte insbesondere der mehr schieferigen Gesteine allein stattgefunden haben sollte, war nicht anzunehmen.

Westlich von der durch den Sturz entblösten Schichtfläche verläuft im Streichen derselben ein geöffneter Riss bei *RR*, Tafel XVIII, Fig. 1, bis circa 10 *cm* Weite auf eine Länge von mehr als 50 *m*. Thalseits davon war an die Abrissstelle anschliessend in einer Erstreckung von etwa 20 *m* und einer Breite von 6 *m* das Terrain eingesunken, und zwar so, dass thalseits dieser 6 *m* breiten grabenartigen Einsenkung *G* ein vom Absturz verschont gebliebenes grösseres Felsprisma *H* als „Horst“ stehen geblieben war, dessen bergseitige Fläche vertical, zum Theil selbst ein widersinniges Verflachen aufwies. Hirten und Jäger wissen sich wohl schon seit längeren Jahren an das Bestehen einer Einsenkung zu erinnern und deuten auch theilweise frische von Blöcken und Gesteinsbrocken bedeckte und angewachsene Rasenspuren in der Einsenkung auf älteren Bestand hin, doch mag immerhin durch die neue Bewegung eine Erweiterung derselben eingetreten sein. Die bereits besprochenen senkrechten Kritzen und anklebenden feinen Schuttmassen — Zerreibungsproducte — an den Schichtflächen fanden sich hauptsächlich nur an der bergseitigen Wand der Versenkung, was wohl keine andere Erklärung zulässt, als dass local einzelne der Schichten an dieser in sinkender Bewegung waren. Bergseits der in der Abbruchebene für den Sturz und den Graben verlaufenden Kluft lässt sich gleichfalls im Schichtstreichen ein Trennungsriss von mehreren Centimetern Breite verfolgen.

Der stehen gebliebene und quer zur Schichtung mit mächtigen und, wie es scheint, tief niedergehenden Verticalrissen durchzogene Horst (auf den Darstellungen mit *H* bezeichnet) von etwa 20 *m* Länge, 0 bis 8 *m* bergseitiger Höhe und 10 *m* Breite, war ostwärts mit der abgebrochenen Terrainscholle im Zusammenhang gewesen, was durch Aussagen, photographische Aufnahmen vor dem Niederbruch z. B. Tafel XVI, Fig. 1 und 2 und durch den frischen zersplitterten Abbruch an der Ostseite des Horstes leicht festzustellen möglich war.

Nach der Gesammtheit der vorliegenden unzweifelhaften Anzeichen hat demnach schon vor längerer Zeit ein Thalwärtsneigen und eine Senkung des später zum Abbruch gelangten und durch den „Horst“ repräsentirten, hoch aufragenden Schichtencomplexes stattgefunden. Hiezu mag ein theilweises Nachgeben der weichen Mergelschiefer des unmittelbaren Vorlandes Anlass gegeben haben.

Durch die im November 1891 in der zweiten Runse, Tafel XVI, Fig. 1, eingetretenen Abbrüche wurde die eigentliche Action des Abstürzens eingeleitet:

Die hoch aufragenden, ihre stützende Vorlage durch Nachgeben von unten oder Druck von oben verlierenden Schichten brachen zusammen oder der höhere wahrscheinlich überhängende Theil ist dem Gesetz

der Schwere folgend quer zur Schichtung abgebrochen und abgestürzt, und hat den erwähnten Horst, der nur mehr eine geringe Höhe hatte und relativ noch fest eingebettet ist, stehen gelassen. Die Massen haben wahrscheinlich hauptsächlich durch Ausbauchen und Umkippen ihre Lagerstätte verlassen, die Ebenen der Bruchterrasse und der steilen Schichtfläche bilden einen scharf einspringenden stumpfen Winkel. Auch die aus dem Schutt hervortretenden Köpfe der abgebrochenen Schichten (*E*, Tafel XVI, Fig. 2), welche scharfkantig, daher nur von geringen Massen überrollt gewesen waren, da sie im Gegenfalle erfahrungsgemäss etwas kantengerundet erscheinen würden, weisen darauf hin.

Nach dem Hauptsturz hafteten noch wochenlang mehrere Schichten, deren untere Theile abgestürzt waren, überhängend an dem dahinterliegenden Gestein, rutschten erst allmähig ab und mengten sich die Trümmer mit den immer wieder nach Unterbrechungen von Neuem beginnenden Abstürzen des bis zum Tobel hinab periodisch festgehaltenen Schuttes. Dieses gesimsartige Ueberhängen grösserer Plattenpartien weist ebenfalls auf ein Ausweichen von unten nach oben hin.

Eine eigentliche äussere Veranlassung ist also hier, will man nicht die Summirung der ununterbrochen fortdauernden Verwitterungs- und Erosionserscheinungen als solche annehmen — wie in so vielen Fällen nicht eingetreten, die Schwere hat einfach ihre Wirkung gethan.

Die gegen Westen gehenden Spalten, die im Osten stehenden steilen Platten und kegelförmigen Gebilde, endlich der abgeklüftete Horst lassen allerdings ein Wiederauftreten ähnlicher Ereignisse, wie das vorgekommene, nicht ausser Möglichkeit stehen. Mit Ausnahme des östlichen Theiles des abgeklüfteten Horstes, droht jedoch dormalen kaum eine ernste Gefahr und ist die vom Horst kommende Masse so gering, dass sie bei eventuellem Absturz voraussichtlich im oberen Tobel liegen bleiben würde. Niedergänge selbst von mehreren Hundert Kubikmeter werden die Bahn nie erreichen, da ihnen die grosse lebendige Kraft fehlt. Es ist Vorsorge getroffen, dass sowohl die aufgehäuften Schuttmassen der Nachstürze im oberen Tobellauf, als auch die Risse nächst der Ursprungsstelle des Bergniederganges beobachtet werden, zu welchem Behufe an letzterer auch fixe Beobachtungsmarken angebracht sind¹⁾.

Das Krachen der niedergehenden Massen wurde bis Stuben vernommen. Alle, die auch das Zittern des Bodens verspürten, dachten zuerst an ein Erdbeben. Der Staub, der besonders an der Gegenlehne bis hoch hinauf durch seine Ablagerungsspuren am Boden und an Pflanzen bemerkbar war, fiel so dicht, dass der Bahnwärter

¹⁾ Um allen Bedrohlichkeiten, welche durch Bergstürze, Murgänge und Lawinen eintreten könnten, in Zukunft auszuweichen, ist die unterirdische Anlage der Bahn in einer Länge von 505 Meter in Angriff genommen worden. Die Lage der neuen Trace ist in dem Kärtchen Fig. 1 durch eine strichlirte Linie bergseits der bestaudenen angedeutet.

Nr. 77 zunächst dem Km. 111·6, der von dem Getöse erschreckt das Fenster öffnete, dasselbe sofort wieder schloss, damit nicht zuviel in die Stube eindringe¹⁾.

Sturzbahn und Ablagerungsgebiet.

Selbst wenn ein einzelner Felsblock zu Thale stürzt, so reisst er tiefe langgestreckte Furchen überall dort ein, wo er auf nicht allzu harten Boden trifft; umso begreiflicher ist es, dass durch die grossen Massen und die Wucht des Falles sowohl der weiche Schiefer unterhalb der Bruchnische, als auch das Tobelgerinne selbst in Mitleidenschaft gezogen wurde, d. h. eine namhafte Abschürfung insbesondere im letzteren Falle erfuhr. Die geringeren Abschürfungen der Sturzbahn *B B* (Tafel XVI, Fig. 2) im Schiefer wurden zum Theile durch die Nachstürze von feinerem Schutt wieder ausgefüllt, so dass sich anfänglich die Sturzbahn als lichte bestaubte Fläche darstellte, die erst nach längerer Zeit, als die Nachstürze geringer wurden und Regen das Material abwusch, als eine durchfurchte Fläche in dem anstehenden Schiefer mit seinen Dolomitbändern zum Vorschein kam.

Der steile Tobellauf hatte nach einem der schneereichsten Winter in seiner Sohle zur Zeit des Absturzes noch reichlich Lawinenschnee, hauptsächlich in jenem Theil vor dem Austritt aus seinem älteren Schuttkegel, wo sich die aus einem Seitenarm (Reggeltobel) (vergl. Tafel XVII, Fig. 1) alljährlich kommende Lawine aufgebaut hatte. Die letzten sichtbaren Reste wichen den Sonnenstrahlen erst im Herbst.

Der östliche Theil der abstürzenden Masse fiel gegen die gegenüber liegende (südöstliche) Tobelwand *a* in Fig. 1 und Tafel XVII, Fig. 1, überflog hiebei entweder direct oder durch Aufprall einen vorspringenden Rücken *b*, rasirte dort den Wald, fegte ein am alten Muhrenschuttkegel vorhandenes Lawinenleitwerk bei *c* und den Bahnkörper zwischen Km. 111·8 und 111·9 weg, gelangte aber blos bis zur Poststrasse (*d* auf der Karte) unweit der Thalsole. Dieser Theil des Schuttstromes war unmittelbar vor dem Bahnkörper am Höchsten aufgebaut. Jene Materialien aber, welche den oben erwähnten Rücken nicht überflogen, sondern von ihm abgelenkt wurden, sowie der ganze westliche Theil der Absturzmassen, welcher auf weniger Hindernisse stiess und partiell auf den firnig gewordenen Lawinenschnee gelangte, führen — Bahn (zwischen Km. 111·9 bis 112·1), Strasse nebst Objecten rasirend — hinab in die Alfenz, brandeten auf der Gegenlehne *e* am linken Alfenzufer bis auf 25 bis 30 *m* hinauf, wobei vom dortigen Wald durch den Luftdruck viele Stämme mit den Wipfeln nach aufwärts niedergeworfen wurden, bogen lawinenartig in Folge des Widerstandes der Gegenlehne thalab aus und rutschten schliesslich bis an die ersten Häuser von Klösterle. Die gewaltige, in den engen Tobel gerathene Masse bewegte sich, den einzelnen Krüm-

¹⁾ Die Anbruchfläche bei *A* ist in Fig. 1 der Tafel XVI durch die zur Zeit der Aufnahme am 11. Juli 1892 fortwährend zufolge der Nachstürze entstehenden Staubwolken vollständig gedeckt.

mungen desselben sich anschmiegend, stromartig abwärts, verbreiterte sich auf dem alten Schuttkegel, um schliesslich im Alfenzbett sich bachabwärts zu wenden; der Steinstrom erfuhr insbesondere an zwei Stellen — am linken Tobelufer unmittelbar unter dem Absturz (bei *a*) und am linken Alfenzufer (bei *e*) — eine stärkere Ablenkung. Geringe Reste der Absturzmassen, insbesondere auch die Nachstürze, welche letztere auch in kleineren Mengen noch wochenlang, sowohl bei Regen als bei schöner Witterung hauptsächlich von den Schuttmassen der Terrasse aus andauerten, bauten sich als steiler Schuttkegel thalsperrenartig im oberen Tobelgerinne (bei *n* Tab. XVII, Fig. 1) unmittelbar unter der Abbruchstelle auf.

In den Schuttmassen, insbesondere in jenem Arm, der die Alfenz und Klösterle erreichte, ist die vorhanden gewesene strömende Bewegung, wenn auch nicht scharf, so doch deutlich genug zum Ausdruck gelangt und zum Theil auch auf der Gesamtansicht Taf. XVII, Fig. 1 vom Buchstaben *g* am Austritt des Tobels auf seinen alten Muhrenschuttkegel, bis zur Alfenz, am untern Rand des Bildes, ersichtlich.

Die mittleren rascher bewegteren Massen sind durch mehr oder weniger ausgesprochene Längsfurchen von den seitlichen langsamer vorgeschrittenen oder bereits in Ruhe gekommenen Massen unterscheidbar. Diese Längsfurchen in den Sturzmassen selbst entsprechen den seitlichen Verschiebungsfächen oder secundären Rutschflächen¹⁾, die das Resultat gleitender oder strömender Bewegungen bei vielen Boden- und Lawinenbewegungen sind und welche in gleicher Weise auch bei den später zu erwähnenden Aufschürfungen im anstehenden Boden auftreten.

Diese Längsfurchung, welche dem Ganzen das Aussehen eines erstarrten Stromes gibt und die, nebstbei bemerkt, hauptsächlich zunächst des ursprünglichen Tobellaufes am markantesten in den Schuttmassen auftrat, mag auch möglicherweise Ursache gewesen sein, dass einzelne der fremden Besucher des Sturzgebietes anfänglich an ein Vorhandensein von Wasser bei dem Sturz dachten, obwohl solches, als eine unmittelbare Veranlassung oder Ursache durchaus keine Rolle spielte. Es mag jedoch durchaus nicht ausgeschlossen sein, dass durch die Wucht des Falles auf die Lawinenschneemassen ein Mitreissen oder möglicherweise auch eine theilweise Verflüssigung der oberen Schneekrusten erfolgte, demzufolge eventuell durch Glättung und durch Flüssigwerden eine Unterstüttzung der Bewegung eintrat.

Abgerissene Stücke von Schnee fanden sich auch in den ersten Tagen nach dem Sturz unmittelbar an der Bahntrasse.

Unter dem Schnee kamen blos kleinere Regen- oder Schmelzwassermengen zum Abfluss; unmerklich stärkere Regen brachten bereits Muhren des neuen Schuttes, welche nicht mehr unter dem Schnee durchkonnten, sondern über den Schneemassen zum Abfluss kamen und denselben bald vom überlagerten Bergsturzschutt freimachten und schliesslich den Firn in verticalen Wänden durchnagten. Die durchsägten grossen, allmählig ganz braun gewordenen und daher leicht

¹⁾ Vergl. V. Pollack. Beiträge zur Kenntniss der Bodenbewegungen, Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanst. 1882, pag 566.

zu überschenden Schneeschollen sassen sammt etwa noch auflagernden Schutt langsam oder ruckweise in die Tobelsohle ein.

Die aufschürfende Wucht der Massen wirkte hauptsächlich auf die schuttbedeckten Gehänge, die an vielen Stellen bis auf den Fels rein gefegt wurden, wodurch die darüber liegenden alten Schuttmassen bis hoch hinauf Anrisse bekamen. Besondere Schürfrungen erfolgten im engen steilen Tobelgerinne an beiden Steillehnen, sodann insbesondere beim Austritt des steilen Gefälles auf den etwas flacher geböschten alten Kegel (*g* auf Tafel XVII, Fig. 1), wo die jetzige Oberfläche trotz der neuen Beschüttung tiefer als vorher ist und wo an der westlichen Seite, die von der Klöbwand herabgebauten alten Schuttkegel *h* stellenweise mehr als 20 *m* tief unterschritten wurden, weiters an der Brandungsstelle *e*, Fig. 1, am linken Alfenzufer, wo der gelbe Verwitterungslehm der Glimmerschiefer als ein mächtiger Wulst seitenmoränenartig auf etwa 100 *m* thalab geschoben erscheint. Die Erscheinung solcher Längswälle, die auch bei anderen Bergstürzen (Diablerets) constatirt wurde, erinnert sehr an ähnliche Vorkommnisse bei den Schneelawinen, wie denn überhaupt beide Naturereignisse viele Analogien aufweisen. Längs der Begrenzung des Schuttstromes haben zahlreiche Felstrümmer (vergl. *ii*, Tafel XVII, Fig. 1) von demselben sich trennend seitwärts lange Furchen geschlagen, aus denen das Springen oder Rollen zu entnehmen war; an anderen Stellen war der Boden geradezu aufgepflügt, z. B. beim zerstörten Lawinendamm *c*, der durch die dahergeflogenen Trümmer wie zerschossen aussieht und mit dem vor demselben aufgewühlten gelben Lehm vollständig bespritzt war. Die auch bei anderen Bergstürzen gefundene Erscheinung vorwiegend kantengerundeter Blöcke zeigte sich auch hier und zwar nicht selten mit Ritzungen (weisse Striche kreuz und quer), welche auf die Reibung derselben aneinander im Sturze zurückzuführen sind; wo eine scharfe Kante sichtbar wurde, war sie nicht selten durch frischen Bruch entstanden, was sich durch das Vorhandensein der vollständig reinen Bruchfläche erweist. Desgleichen zeigten sich auf vielen Blöcken Schuttpyramiden, nachdem sich der um den Block herum gelagerte Schutt gesetzt hatte¹⁾.

Die von der Alfenz durchnässten Massen waren durch lange Zeit nicht betretbar und schwankten, nachdem sich eine oberflächliche Trockenkruste gebildet hatte, in förmlichen Wellen beim Begehen.

Die aufgeschüttete Fläche bedeckt rund 150.000 *m*²; rechnet man den Absturz mit etwa 400.000 *m*³, die Aufschürfrungen im Tobel und an dessen Rändern, soweit sie sichtbar, mit 100.000 *m*³, so ergeben sich zusammen 500.000 *m*³ und würde dies einer durchschnitt-

¹⁾ Die nicht selten angetroffene Meinung, dass rasch bewegte Massen, Häuser und andere Objecte bloß „einhüllen“ oder bloß „verschütten“, ist in den meisten Fällen unrichtig: Nachgebende Gegenstände oder Hindernisse werden umgelegt und mehr oder weniger weiter bewegt. Nachgrabungen zum Auffinden von verschütteten Personen u. dgl. sind dementsprechend einzurichten. Ein im Vorjahre vor dem Flexenpasse nächst Stuben von einer Grundlawine Verschütteter, nach welchem von Seite der opferwilligen Klosterthaler durch 8 Tage mittelst 22 übereinanderliegender Stellen gesucht wurde, fand sich im tiefsten thalab liegenden Theile der Lawine.

lichen Aufschüttungshöhe von 3·3 *m* entsprechen, wobei die bedeckt gebliebenen Aufschürfungen, sowie die Bahn- und Strassendämme nicht berücksichtigt sind. Die Entfernung des Schuttkegel-Endes von der Anbruchstelle beträgt 2100 *m*. Der Bergsturz von Elm zeigt nahezu dieselbe Länge, obwohl die Höhe über der Thalsohle bloss 450 *m* beträgt, während sie hier über 1000 *m* steigt, wobei die abgestürzte Masse allerdings auf 10 Mill. *m*³ geschätzt wurde¹⁾. Die Abstürze von den Diablerets erzeugten einen vier Mal abgelenkten Schuttstrom von nahezu 6 *km* Länge, bei 2000 *m* Sturzhöhe und 50 Mill. *m*³ Masse²⁾. Der ideale Böschungswinkel vom Schuttkegelende bis zum Abrissgebiet beträgt bei Elm 14 bis 16°, bei den Diablerets 20·5° und erreicht bei Langen 25°.

¹⁾ Heim & Buss: Bergsturz v. Elm. Zürich 1881.

²⁾ Becker: Der Bergsturz der Diablerets. Jahrbuch des S. A. C: 1883.

Tafel XVI.

**Der Bergsturz im „grossen Tobel“ nächst Langen
am Arlberg (Vorarlberg).**

Erklärung der Tafel XVI.

Beide Figuren dieser Tafel wurden vom gleichen Standpunkt vom Blassegg gegenüber der Absturzstelle aus aufgenommen.

Fig. 1. Anbruchgebiet des Bergsturzes vor dem Abbruch, aufgenommen am 8. November 1891.

A_1, A_2, A_3 = Trennungstreifen zwischen fester und abgetrennter Masse, 1 = Runse bis zur Anbruchfläche. 2 = Runse, die als Mulde bis zum Gebirgskamm geht. 3 = Runse, in den Partnachschiefern bloss bis zur Ziffer 3 gehend. Die lichten Stellen zwischen 2 und C im Bild rühren von den Staubwolken abstürzender Trümmer her.

Fig. 2. Anbruchgebiet nach dem Abbruch aufgenommen am 16. Juli 1892.

A, A = Anbruchfläche, B, B = Sturzbahn, die Aufschürfungen durch Nachstürze ausgeglichen, T = Terrasse vor der Abbruchfläche, H stehen gebliebener Felskopf („Horst“).

Die Autotypien wurden nach Originalaufnahmen des Verfassers hergestellt.

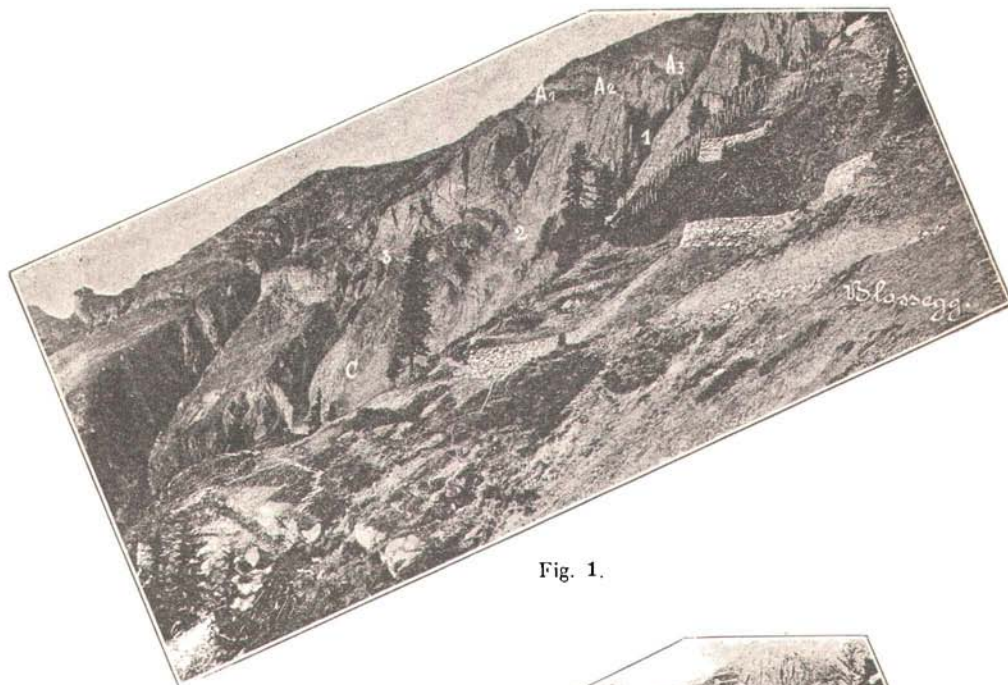


Fig. 1.

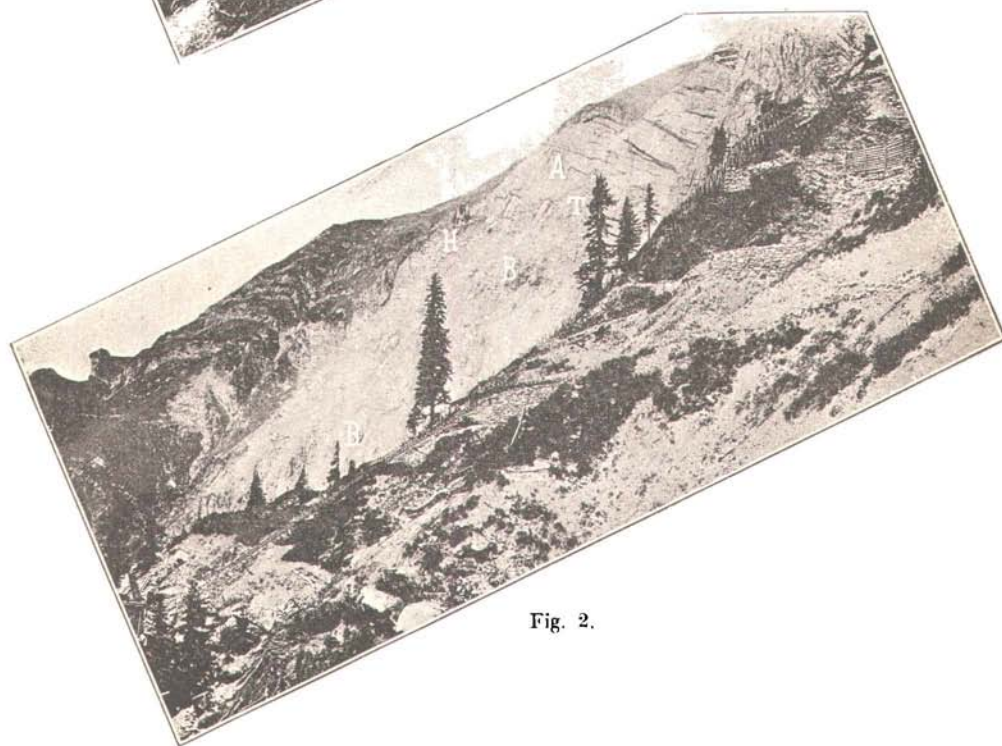


Fig. 2.

Tafel XVII.

**Der Bergsturz im „grossen Tobel“ nächst Langen
am Arlberg (Vorarlberg).**

Erklärung der Tafel XVII.

Fig. 1. Gesamtansicht des Sturzgebietes und des Bahn und Strasse zerstörenden Schuttstromes, gesehen von der südlichen Lehne des Klosterthales, aufgenommen am 11. Juli 1892.

A — durch Staubwolken verhüllte Anbruchstelle.

B, B = Sturzbahn, *a* — südöstliche Tobelwand, wo der erste Anprall erfolgte, *b* = ehemals bewaldeter, in den Tobel vorspringender Bergrücken, über welchen der östliche Theil der Sturzmassen hinwegflog, *c* = Ort des am alten Muhrenschuttkegel vorhanden gewesenen alten Lawinenleitwerkes, *g* = Austritt des Tobelgerinnes auf den alten Muhrenschuttkegel: tiefe Aufschürfung daselbst, *h* = Schuttkegel der Klöbwand bis 20 Meter tief abgeschürft, *i, i* = von Blöcken geschlagene Furchen im Gras und Boden, *n* = durch Nachstürze erfolgter Aufbau eines Schuttkegels im obren Tobel. Oberhalb *g* lag die Reggeltobellawine.

Fig. 2. Detailbild aus dem Abbruchgebiet des Bergsturzes, aufgenommen vom Ostende der grabenartigen Einsenkung.

A, A = Anbruchflächen 85° nach Süd fallend, davon die Terrasse *T*, *E* = scharfkantige, abgebrochene Schichtenköpfe, *D* = scharfkantige Gesteinstrümmer. *H* = bergseitige Wand des stehen gebliebenen „Horstes“, *2* = Mittelrunse mit Mulde bis zum Grat. Ober *T* und rechts von *A* deutliche Schichtung der *Cardita*-Schichten. Pfeil = Absturzrichtung.

Die Autotypen wurden nach Originalaufnahmen des Verfassers hergestellt.



Fig. 1.

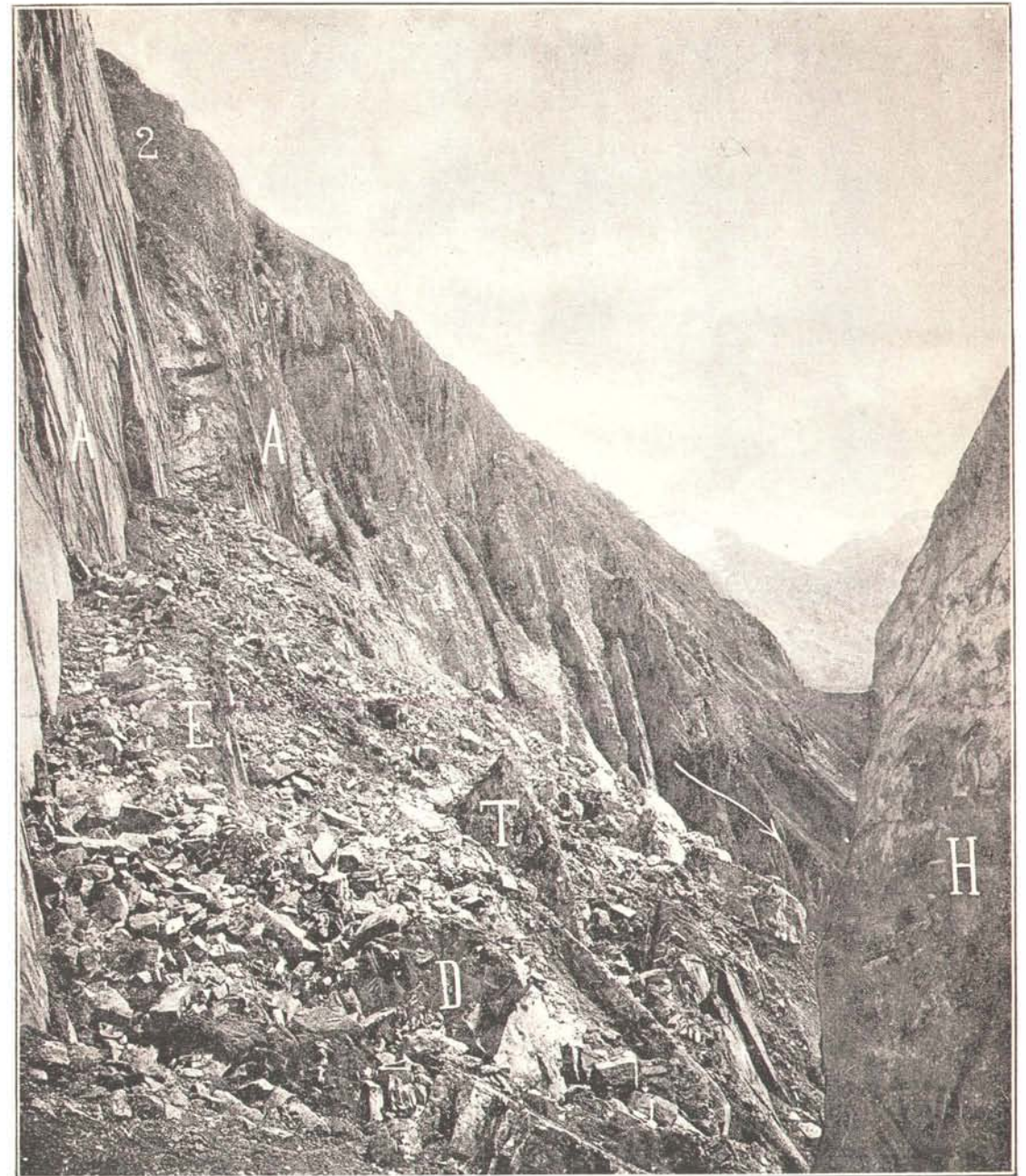


Fig. 2.

Tafel XVIII.

**Der Bergsturz im „grossen Tobel“ nächst Langen
am Arlberg (Vorarlberg).**

Erklärung der Tafel XVIII.

Fig. 1. Ansicht aus dem Abrissgebiet des Bergsturzes.

A = Abbruchfläche, G = Grabencinsenkung, H = stehen gebliebener zerklüfteter Horst, R, R = geöffneter Spalt im Streichen der Fläche A ; rechts der Tobel und Blassegg, im Hintergrund der Arlbergsattel und der Riffler in Tirol.

Fig. 2. Ansicht der Gesteine vom Partnach-Schiefer bis zur Anbruchfläche, aufgenommen von der „Mahd“ westlich vom Anbruch.

A, A = Anbruchflächen, 2 = Mittelrunse mit Mulde bis zum Gebirgskamm, T = Terrasse, B, B = Sturzbahn.

Die Autotypien wurden nach Originalaufnahmen des Verfassers hergestellt.

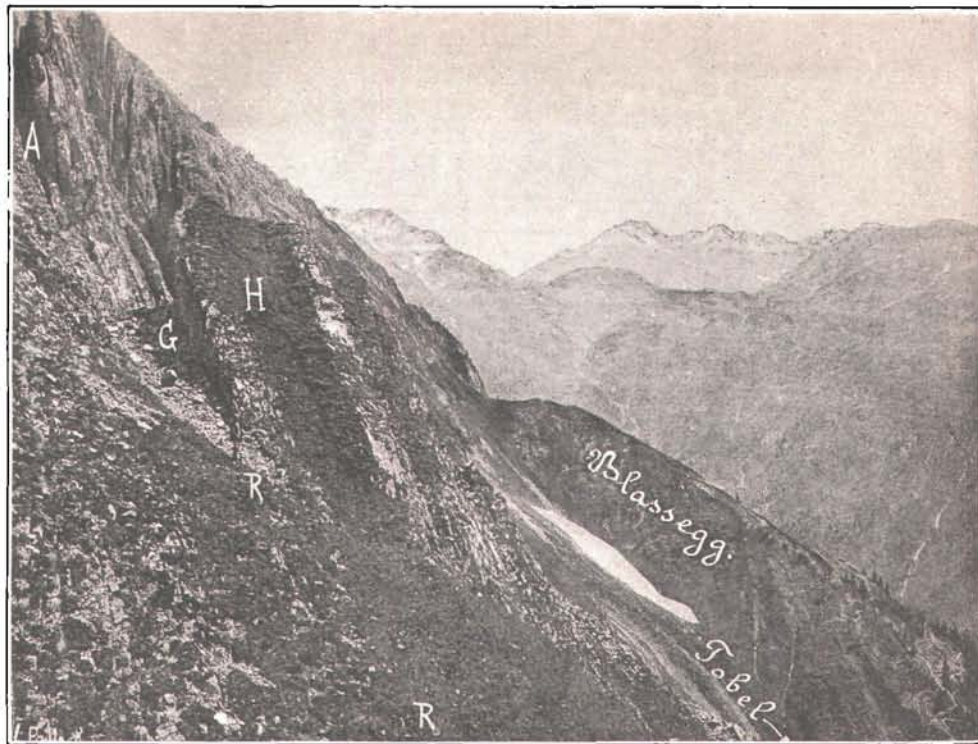


Fig. 1.

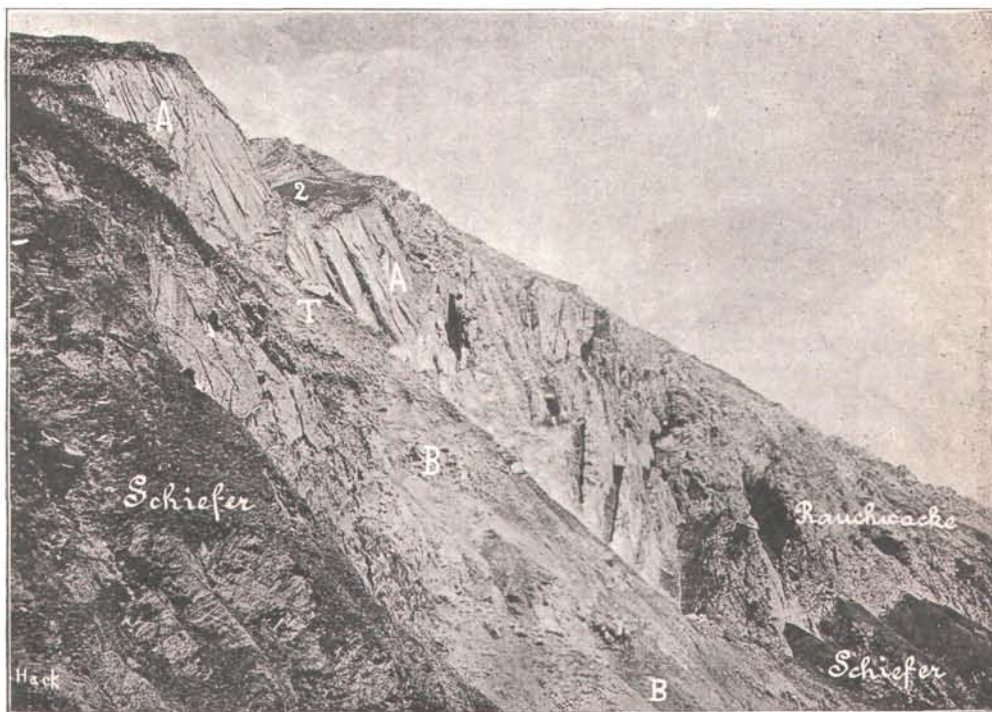


Fig. 2.