

lich nie eine katastrophale Tat begehen, aber er wird auch nie fertig und hält die Bewohner immer in Unsicherheit. Die Malmkalkschichten steigen mit dem Abhang mit ca. 35° bis 40° gegen NNW auf. Ein Schichtenkomplex von ca. 165 m ist durch streichende und quere senkrechte Kluffflächen zu einem Abriss geöffnet, dessen oberer Rand beim Dorfe Felsberg, 1160 m über dem Talboden, liegt. Block um Block, der sich ablöst, stürzt die 30° steile Schutthalde hinab, oft bis in oder an das Dorf. Das wird noch Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende so gehen, wenn nicht weiter oben die Neigung der Malmkalkfelsen etwas abnimmt. Da wird ein schwerer Felschlipf ständig in Steinschläge aufgelöst. Es ist nichts zu machen, als den Ort zu verlassen, was teilweise geschehen ist. 1834—1867 waren die Abstürze lebhaft und beträchtlich. Seither ist das Tempo ruhiger geblieben.

Manche anhaltende Steinschlagstellen könnten auch unter Typus XVI gestellt werden. So z. B.:

Gleich oberhalb des oberen Endes des Brienersees, am S-Abhang des Tales, besteht ein dauernder Felssturz, die **Rieseten**. Der Felsabbruch findet quer zur Schichtung statt. Der Oberrand des Abrisses liegt bei 1500 m. In ziemlich gleichmässiger, nach unten nur wenig abnehmender Böschung schliesst die schuttbedeckte Fahrbahn an die Abrutschnische an. Ihr Schutthaldefuss steht am Aaretalboden bei 600 m Meereshöhe an; gesamte Sturzhöhe 900 m, gesamtes Gefälle $32\frac{1}{2}^\circ$, Gefälle der Schutthalde im untersten Teil 22° . Ich habe die Rieseten im Jahre 1872 schon gesehen, und damals und spätere Male wieder ihrem Geriesel gehorcht. Sie ist sich immer fast gleich geblieben. In den letzten 20 Jahren ist sie etwas ruhiger geworden und ist stellenweise etwas bewachsen. Ob man am oberen Rande, dem Boden Bidmer, etwelches Rückgreifen bemerken konnte, weiss ich nicht. Gefahr bringt die „Risi“ keine.

IV. Hauptgruppe: Oben nicht einzuordnende Typen.

Typus XVII. Zusammengesetzter Bergsturz.

Ein Bergsturz kann einen weiteren veranlassen, sie können nacheinander oder gemischt sich abwickeln, oder ein Bergsturz kann der Reihe nach verschiedene Typen aufweisen. Sehr oft erzeugt ein Bergsturz noch weitere Katastrophen, die sich an ihn anschliessen. Häufig ist der Fall, dass ein Ablagerungsgebiet ein Seeufer erreicht und

durch die Belastung einen Ufereinbruch mit Schuttrutschung unter See zur Folge hat.

Die SW-Seite der **Tour d'AI** im waadtländischen Rhonetal entblösst einen Gewölberücken, der in einem grossen nach SW geöffneten Halbzirkus von ca. 2750 m Sehne endigt. Die Zirkuswand ist Hettangien. Am 1. III. 1584 vormittags zwischen 9 und 10 Uhr löste sich am obersten Teil bis an den Gipfel von 2182 m Höhe vom Gewölbescheitelrand eine bedeutende Felsmasse ab, und stürzte als Felssturz, Typ. XV, ab bis auf die Moränenterrasse von En-Luan 1200 m. Ein Erdbeben soll an diesem Sturze schuld sein — ein solches kann aber höchstens der letzte Auslöser eines längst vorbereiteten Abbruches gewesen sein. Vom 2. bis 4. III. fiel beständig Schnee und Regen. Kurz vor Mittagszeit bildeten sich im Moräneboden unter En-Luan grosse Spalten. Der Boden wich unter der Belastung des Felssturzes vom 1. III. und dem Einfluss der Nässe. Erst entstand eine langsame Schuttströmung Typ. II. Die grosse Grundmoräne wurde ausgepflügt und mit einbezogen. Die Bewegung nahm rasch zu, während der Trümmerstrom 675 m Breite erreichte. Bald trifft er schief — erst rechts, dann links, in die Rinne des Torrent d'Yvorne und folgt derselben, sie aber reichlich überbrandend. Die Fahrbahn ist enger geworden, das Gefälle grösser, der als l'Ovaille benannte Schuttstrom muss zur reissenden Schuttstromschnelle (Typ. V) geworden sein, und als solche das Dorf **Corbeyrier** überfallen und seine Trümmer fortgerissen haben. Unter etwas Wendung links und bis über 500 m Strombreite überschüttete er bei 450 m Höhe einen Teil des Dorfes **Yvorne**. Der untere Rand ist jetzt eingehüllt in den Bachschuttkegel, den dann die Yvorne aus dem Trümmerstrom entwickelte. Die gesamte Fahrbahnhöhe beträgt ca. 1700 m. Die Grundrisslänge mit Berücksichtigung der Krümmungen gemessen misst 5250 m, die Böschung senkrecht über der Stromstrichlinie misst $18\frac{1}{2}^{\circ}$.

Man hatte Vorzeichen beobachtet, besonders schon vor dem 1. III. die Spalten im Fels und nach dessen Absturz die zunehmenden Spalten unter der Terrasse von En-Luan, aber man würdigte sie nicht. Genauer nachzusehen oder gar zu fliehen, fiel niemandem ein! Sie berichten später, der Absturz kam „unerwartet plötzlich“. Die Geschwindigkeit war so gross, dass der Sturzstrom „etliche Juchart Acker und Weinreben überhupfet, denen nichts geschehen.“ 122 Einwohner der beiden Dörfer und 206 in den Weinbergen arbeitende Italiener, 240 Haupt Vieh, 69 Steinhäuser, 126 Ställe und Scheunen wurden überschüttet (Näheres in A. JEANNET, Monogr. géol. des tours d'AI, Matér. carte géol. Suisse, 1912 und 1918, Geol. Spezialkarte Nr. 68 in 1 : 25,000.)

Beim Bergsturze Corbeyrier-Yvorne hat ein Felssturz Moränenschutt mitgerissen. Es ist ein rascher Schuttstrom entstanden; es war, als ob ein Sturz Typ. XV sich mit Typ. II und V „verbastardiert“ hätte.

In kleineren Dimensionen stürzte im V. 1885 eine Felsmasse in Nünig-Saunwald, S ob der Kuranstalt **Schönegg bei Beckenried** (am Vierwaldstättersee) ab. Der Anriss begann bei 1000 m Meerhöhe, wo unvorsichtigerweise 1884 der Wald geschlagen worden war. Er durchsetzte eine verkehrte Schichtfolge: zu oberst etwas Schrackenkalk, dann den ganzen Gault, am Fusse des Abrisses den ausgedünnten Seewerkalk und noch etwas Flysch. Abrisshöhe etwa 100 m, Schichtlage schief, südlich bergwärts fallend, Breite des Abrisses ca. 100 m. Die nach Typ. XV abgestürzte Masse blieb zuerst ruhig auf dem unterhalb folgenden alten Schuttgehänge von ca. 850 m bis 760 m Meerhöhe als rundlich umrandeter Haufe liegen. Aber nach wenigen

Tagen wich der unterliegende Schutt unter der neuen Last, und es entstand unter 850 m eine ziemlich breite tiefe Ausbruchsnische, aus welcher der Schutt, alt und jung sich mengend nach Typ. II, als Schleichstrom wegfloss. Dabei konnte er von 750 m an abwärts eine kleine Bachrinne benützen. Er verbreitete sich im Garten des Kurhauses Schönegg zu einem runden breiigen Schuttkuchen von etwa 120 bis 150 m Durchmesser und fand dann, unter der Strassenbrücke durch, den Ausweg über erst steiles hohes Felsgehänge (Typ. V), dann über Moräne, der Rinne des Bächleins treu bleibend, den See. Das abgestürzte Volumen schätzte ich auf etwa 100,000 bis 150,000 m³. Die Abrissnische hat die Tendenz, weiter bergewärts zu greifen. Ihr Fels ist klüftig.

Es ist das ein Beispiel im kleinen für Zusammensetzung von Bergsturzbewegungen: Ein reiner Felssturz löst durch seine Ablagerung eine Schuttrutschung aus. Aus dieser wurde ein Schuttsturz und mehr und mehr ein Murgang, der im See endete.

Gegen Ende XII. 1879 stürzte am N-Abhang des Vitznauerstockes aus einer Meerhöhe von etwa 1050 bis hinauf zu 1300 bis 1350 m eine tüchtige Scherbe von vorherrschend Kieselkalk und Valangienkalk gegen NNW ab, Schichtung bergewärts gegen SSE fallend, Abtrennung hauptsächlich auf, der Aussenfläche der steilen Felswand parallelen, Klüften. Absturzmasse ca. 1,000,000 m³. In Vitznau hörte man das furchtbare Krachen, aber es war dichter Nebel und man sah nicht woher und wohin der Sturz gehen will. Einige Monate später beging ich das Gebiet. Alle Spuren waren noch frisch. Man konnte den Hergang verfolgen.

Der erste Akt des Bergsturzes bestand in Ablösung und Absturz einer grossen Scherbe von der steilen Felswand, die auf eine kleine sumpfige Flyschterrasse fiel und deren prächtigen Wald eindeckte. Das war ein reiner Felssturz. Akt 2: Die grosse neue Last der ungeheuren Trümmer war dem schlüpfrigen Boden zuviel. Er geriet in Rutschung, und die Felsblöcke sanken mehr und mehr in den weichen Boden ein. Der zweite Akt war also eine Schuttrutschung. Im Akt 3 stürzte der alte weiche Schutt mit einem Teil der Blöcke über eine Nagelfluhwand in die Schluchtrinne des Vitznauerbaches — das war ein kleiner Schuttsturz. Der Bach wurde nur wenig gestaut. Er brach sich rasch durch. Akt 4 war ein vollständiger Wildbach-Murgang. Zwei Brücken wurden weggerissen. Es gelang der kräftigen Arbeit der Vitznauer, den Bach an einem Ausbruch zu verhindern und in seiner Rinne zu halten bis in den See hinaus. Dort häufte er rasch ein kleines Neudelta an und trübte den See weit hinaus. Akt 5: eine Abrutschung des neuen Deltas im See bildete den Schluss der Geschichte dieses zusammengesetzten Bergsturzes.

Gewiss wird es noch öfter komplizierte Zusammensetzungen geben. Im Fall Vitznau war die Folge der Typen: Akt 1 = Typ. XV, Akt 2 = Typ. II, Akt 3 = Typ. V, Akt 4 = Wildbachmurgang, Akt 5 = Typ. VIII.

Typus XVIII. Unvollständige oder unterbrochene Bergstürze.

Allgemeine Erscheinungen über solche Bergstürze sind nicht zu nennen. Vielmehr will ich nur die Aufstellung dieses Typus durch je ein Beispiel rechtfertigen.

Ein zur Zeit noch unvollständiger, unfertiger Bergsturz ist derjenige vom **Monte d'Arbino** östlich Bellinzona. So heisst

ein 1700 m hoher Gipfelpunkt in einem stumpfen W-E laufenden Berg-
rücken. Gneisse, Amphibolgneisse, Einlagerungen von Marmor in fast
senkrecht gestellten Schichten und Platten, mit dem Rücken W-E
streichend, bauen ihn auf. Die N-Seite ist das Gehänge zum Tal von
Arbedo, das von S-N laufenden, kurzen, steilen Nebentälern zerschnitten
ist. Etwas westlich vom Arbino liegt das steile Val Piume; $1\frac{1}{2}$ km
weiter östlich Val Taglio. Der plumpe Bergklotz zwischen diesen zwei
Nebentälchen ist das bewegte Stück, und die Bewegungsrichtung geht
gegen N.

Es war schon lange bekannt, dass der Monte d'Arbino sich bewege.
Man nannte ihn den „wandernden Berg“. 1925 stellte ein Grund-
buchgeometer fest, dass das Signal auf dem Gipfel seit 1915, da es
errichtet worden war, sich um $\frac{1}{2}$ m nach N verschoben hatte. Nun wurde
1927 in allseitigem Einverständnis ein trigonometrisches Punktnetz
über das fragliche Gebiet gelegt, und später auf Wunsch der Geologen
(Prof. STAUB und Prof. KNOBLAUCH) nach kleineren Intervallen immer
wieder nachgemessen. Da ergab sich, dass alle Punkte vorherrschend
nach N wanderten und dass die Geschwindigkeit der Bewegung vom
Spätsommer 1927 bis in den Frühling 1928 von 4 bis 5 mm pro Tag
sich auf 10 bis 15 mm gesteigert hatte. Eine Bergmasse von etwa $1,9 \text{ km}^2$
Grundfläche und etwa 170 Millionen m^3 erwies sich in N gerichteter,
langsam gleitender Bewegung.

Wir haben es hier mit einem Fall zu tun, wo, entgegen bisheriger Gewohnheit,
die Behörden rechtzeitig zum Schutze der Menschen eingegriffen haben. Ende Juli
1928 machte die Regierung das Volk auf die Gefahr aufmerksam und ordnete die
Räumung der Alpen Chiara, Ruscada und Arbino an. Sie organisierte einen Über-
wachungs- und Signaldienst und sah für den äussersten Fall sogar die Evakuierung
von Arbedo und Molinazzo vor.

1913 und 1915 gingen vom Monte d'Arbino Steinlawinen ab. Aus
der Zunahme der Bewegung schloss man auf einen grossen baldigen
Bergsturz. Die menschenarme Gegend war vorbereitet, jetzt fast
menschenleer. Als am 2. X. 1928 das Geknatter der Steinschläge stark
zunahm, flohen auch die wenigen Menschen, die dort beschäftigt waren.
14³⁰ Uhr fand ein Hauptsturz statt. Die dichte Staubwolke verhüllte
alle Sicht. Stetige kleinere Nachstürze verhinderten die Säuberung der
Luft. Die Hauptsturzmasse war nicht schon vom Gipfel, sondern erst
nördlich davon bei etwa 1400 m Höhe abgebrochen. 15¹⁵ Uhr sah man den
Gipfel seitlich gegen Val Taglio stürzen. Noch erfolgten kleinere Ab-
stürze, Stück um Stück.

Die abgestürzte Masse schlug in den engen Grund des Valle
d'Arbedo fast senkrecht zum entgegengesetzten Abhang unter dem

Weiler von Orbello, und häufte sich dort sofort zu einer kräftigen Talsperre an. Erst wurde diese Schwelle auf ca. 80 m Höhe angegeben, dann auf 100, auf 120 bei 1600 m Breite. Sie wuchs stets fort, denn die kleinen Nachstürze und das Steingeriesel hielten an. Man hatte eine, wie mir scheint, sehr übertriebene Angst vor dieser Barrière — sie könnte plötzlich brechen. Das halte ich zur Zeit für ganz unbegründet. Die Schwelle ist zu stark, zu lang in der Talrichtung, zu kurz in der Querrichtung zum Tal. Es wird sich hier ein ganz kleiner Bergsturzsee ansiedeln, wie wir so viele kennen, die ihren Riegel seit Jahrhunderten ruhig haben stehen lassen.

Wichtig ist nun die Feststellung, dass von den bewegten 170 Millionen m³ Felsmaterial nur etwa 30 bis 40 Millionen m³ abgestürzt sind, und dass im oberen Teil des Gehänges über dem Abrissrande die noch stehengebliebenen Signale auf Fels nach der Absturzbewegung täglich etwa 2 cm gegen N rückten mit gleichzeitiger Senkung um 1 cm. Der dort stehende Wald wandert mit, die Bäume aufrecht stehend. Der Bergsturz vom Monte d'Arbino ist also noch nicht fertig. Die geologischen Verhältnisse sind dort nach den verschiedenen Berichten etwas unklar. Ich selbst war nie dort, und kann mir kein Urteil erlauben und keine Diagnose stellen. Wir halten nur an dem Resultate fest: Es gibt Bergstürze, die man in einen der früher behandelten Typen nicht, oder noch nicht einreihen kann, weil man noch nicht weiss, wie sie sich weiter halten werden, sie sind unfertig, unvollständig. Es gibt noch viele unfertige Bergstürze, aber ich habe zur Besprechung derselben den aktuellsten benutzt, der zugleich unter steter vermessender Beobachtung sich befindet.

Aegerti bei Brienz ist ein vorbereiteter, aber wieder unterbrochener Felssturz.

Am S-Abhang von Rothorn und Arnihacken, nahe östlich Brienz (am Brienzensee), durchfurchen zwei gefährliche Wildbäche das Gehänge, der westlichere der Schwandenbach; der östlichere der Lambach. Der Bergrücken, den die beiden Bäche noch zwischen sich haben stehen lassen, trägt an seinem südlichen Fuss und Ende die Häusergruppe Oberschwanden bei 720 m und bildet etwa 1 km nördlich von Oberschwanden, bei 1050 bis 1200 m Höhe, einen schönen breiten Rücken mit schöner Weide, besetzt mit einer Anzahl von Ställen und Hütten. Dieser Platz heisst auf der Karte „Auf der Dürr“, im Volksmunde aber habe ich für diese schöne Bergfläche nur den Namen Aegerti gehört. Höher oben ist der Bergrücken bewaldet, und ebenso steht auch etwas Wald zwischen Oberschwendi und Aegerti. Am Abhang von Aegerti zum Schwandenbach, welche Stelle „In den Brüchen“ heisst, geht seit 1891 viel Steingeriesel von kahlen Felsnischen ab. Ich wurde in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts veranlasst, dieses Gebiet auf die Gefahren, die es bietet, zu untersuchen. Es geschah dies in Verbindung mit dem eidgen. Oberbauinspektorat.

Der Lammbach ist ein ungeheurer Wildbach mit gewaltigen Abrutschungen und mit raschem, starkem Rückwärtsgreifen und grossem Schuttkegel. Sein oberster Anriss lag damals genau (im Grundriss) 2750 m nördlich der Wegbrücke zwischen Unterschwanen und Oberschwanen in 1980 m Höhe. Im oberen Teil seines gefährlichen, wüsten Schuttkegels von Kienholz war er damals gegen 10 m tief eingeschnitten. Der Schwandenbach ist viel weniger gefährlich und trotz Wasserfällen stabiler. Er liegt in festerem Gestein, Oberjurakalk, während Laumbachsammelgebiet und Aegerti in Schiefer und Mergelkalk der Berriassstufe liegen.

Was uns nun besonders interessiert, ist der zwischenliegende Bergrücken der Aegerti.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts begann hier die Bildung einer W-E gerichteten Bodenspalte, die mitten durch die Wiesen und die Ställe sich zog. Der abwärts gelegene Teil des Berges senkte sich langsam als ein zusammenhängendes, in sich ganzes Bergstück. Die Spalte griff im Laufe der Jahre und Jahrzehnte beidseitig immer weiter und bog dann an beiden Enden immer stärker nach S um. Zu Ende des letzten Jahrhunderts war sie ohne Unterbruch 900 m lang und umfing eine Grundrissfläche von etwa 60 ha. An der Ostseite griff sie 1901 bis etwa auf 860 m hinab, den zickzackläufigen Fussweg von Aegerti nach Oberschwanen mehrmals schneidend. An der Westseite war die Spalte nur bis etwa 990 m zu verfolgen. Ganz nahe östlich Brunni zeigten sich aber parallele N-S laufende Risse, wohl die etwas verschobene Fortsetzung vom Westzweig des grossen Aegertiabrisse und zugleich den Westrand der „Brüche“ bedeutend. Die gesamte Aegertibewegung ist offen gegen SSW, ihre Mittellinie ist schief gegen den Schwandenbach gerichtet; aber der Fuss der Aegertibewegung liegt nicht am Schwandenbach, sondern bedeutend höher, ungefähr am Wege von Brunni unter den Brüchen durch.

Im Laufe weniger Jahre, um die Jahrhundertwende, sah ich den Boden innerhalb des Spaltenbogens auf Aegerti von etwa 1 bis 2 m Absenkung auf 4 bis 6 m zunehmen, und die Spalte wurde auch weiter, war aber stets mit Randschutt gefüllt. Sehr bemerkenswert ist die Erscheinung, dass sich in der ganzen Aegertifläche innerhalb des Spaltenbogens gar keine kleineren Spalten sekundärer Ordnung einstellten, und dass auch oberhalb des Spaltenbogens keine solchen sich öffneten. Hieraus musste jeder Beobachter, der ein Gefühl für solche Erscheinungen hat, den Schluss ziehen: Hier handelt es sich um die Vorbereitung eines grossen Bergsturzes nach Typus XV durch eine einheitliche, tiefgründig in den Fels greifende Abtrennung. Das Felsvolumen, das hier in Ablösung steht, schätzte ich auf 6 bis 8 Millionen m³, die maximale Sturzhöhe auf 460 m. Die Angelegenheit der Aegertispalte

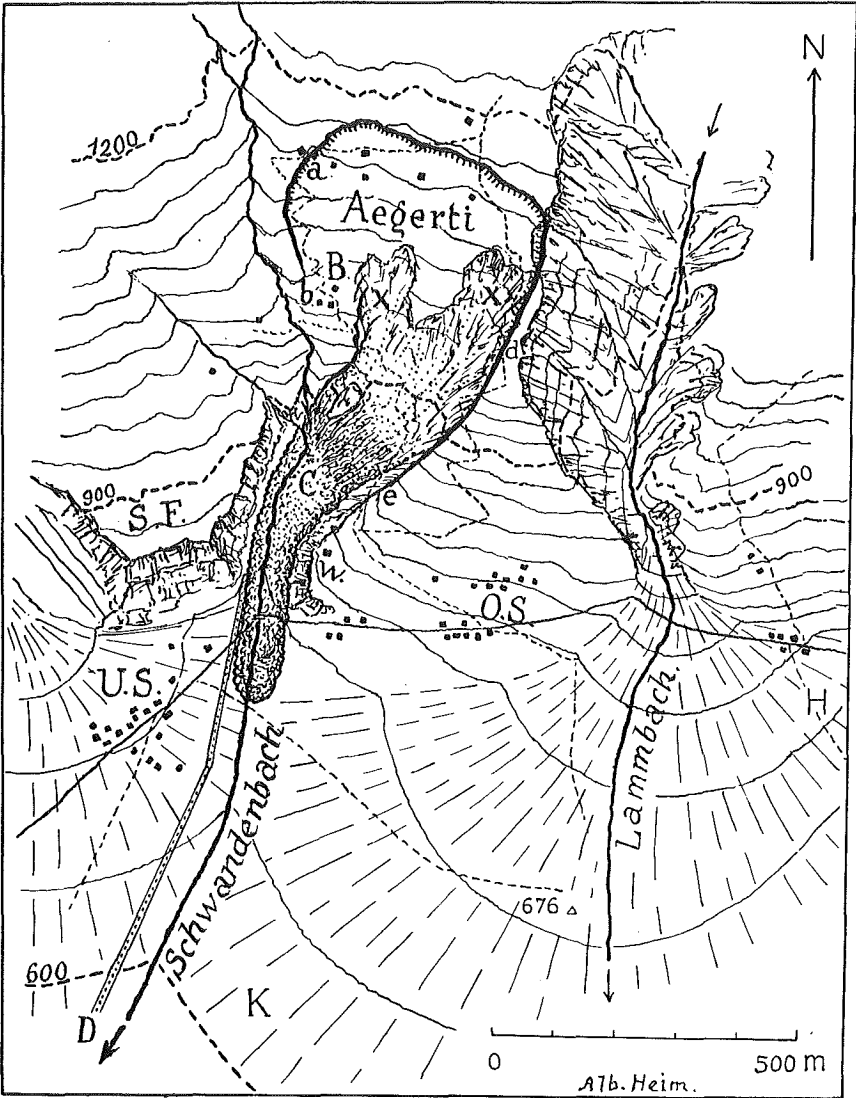

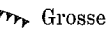


Fig. 33. Kartenskizze der Aegerti (Brienz, Kl. Bern).

S.F. = Schwandenfluh. U.S. = Unterschwanden. O.S. = Oberschwanden.

K = Schuttkegel von Kienholz (Lambachschutt). D = Schutzdamm.

H = Hofstetten. w = Wächterhütte. B = Brunni.

 Grosse Aegertiabrisßspalte mit Absenkung.  geschlossene randliche Scherspalten, von a bis b entstanden 1890—1901. xx = „in den Brütchen“, von dort Ausbruch am 13. IV. 1901, mit Trümmerstrom C über 500 m lang.

hat gar keinen Zusammenhang mit dem benachbarten Lammbach. Weder der Lammbach noch der Schwandenbach benehmen sich als Untergraber der Aegerti. Die Aegertifrage steht ganz für sich da.

Im Sommer 1897 hatte sich die nationalrätliche und die ständerrätliche Kommission für die Lammbachsubvention auf Aegerti die Erscheinungen durch mich erläutern lassen, im Sinne, dass man wahrscheinlich nichts Wirksames tun könne. Zur Beruhigung des Gewissens wollte man doch alles tun, was vielleicht etwas nützen könnte und beschloss, nur wenige Meter oberhalb der Aegertispalte eine Drainage einzulegen, die alles aus dem oberen Lande kommende Wasser vor der Einsickerung in die Spalte abfangen und seitlich in die Wildbäche leiten solle. Die Arbeit wurde 1898 durch das eidg. Oberbauinspektorat angeordnet und vollendet. In den Erfolg hatten zwar wir alle nicht viel Vertrauen, weil das Gebiet an sich schon trocken war. Vom Herbst 1900 bis Frühling 1901 machte die Bewegung wesentliche Fortschritte in Verlängerung des Abrissbogens und Absenkung von dessen Unterseite. Am 14. April 1901, morgens 2 Uhr, erfolgte „In den Brüchen“ ein Felsabsturz von fast 1 Million m³. Derselbe schoss in Form eines Trümmerstromes in die Schwandenbachschlucht hinab und durch dieselbe hinaus bis über den Weg zwischen Schwanden-Unterdorf und -Oberdorf. Man hatte das Ereignis fast zwei Tage vorausgesehen. Die Nachtwache oben am Berge gab Signale.

Der Abbruch vom 14. IV. war aber nicht der befürchtete Bergsturz, nur ein Vorbote desselben. Er schien die Situation zu verschlimmern, indem die Verspannung der hinterliegenden grösseren Bergmasse dadurch geschwächt worden ist und diese nun rascher nachfolgen konnte. In der Zeit vom 21. auf den 28. April allein mass ich längs der ganzen nun 1 km langen Aegertispalte eine Vorbewegung des Abgetrennten um im Mittel einen Dezimeter, das ist 14 mm pro Tag. Wir mussten den Bergsturz auf kurze Zeit vorsehen!

Glücklicherweise führten meine Vergleichenungen mit andern Bergstürzen zu dem beruhigenden Resultate, dass sehr wahrscheinlich die Trümmermasse, auch bei ganzem Ausbruch bis an die Aegertispalte, doch den Brienersee nicht erreichen würde, sondern auf der schon verwüsteten Fläche des Schuttkegels von Kienholz, etwas verbreitert, liegen bleiben werde. Freilich ein Teil von Unterschwanden ragte in die Gefahrzone hinein. Aber die Ufer des Brienersees durften nun als ungefährdet betrachtet werden.

Wir warteten mit Spannung der Dinge, die da kommen würden.

Kein Bericht! Dann endlich ein Bericht, es sei an der Aegertispalte nichts von weiterer Bewegung seit Sommer 1901 beobachtet worden. Im Sommer 1910 ging ich wieder einmal zur Nachschau in das Lammbachtobel, an die Brüche und auf Aegerti. Glückliches Erstaunen erfüllte mich beim Anblick der Aegertispalte! Sie war bereits, wie aus dem Altertum stammend, grösstenteils grün überwachsen. Nirgends eine Spur von Aufreissen. Ruhe und fester Stillstand in dem vor 10 Jahren noch so drohenden und uns mit Angst erfüllenden Gelände. Hatten wir den Leuten vergebliche Angst gemacht? Vielleicht bleibt es wieder Jahrzehnte lang unverändert so? Wir stehen vor der unerwarteten Erfahrung, dass ein seit 60 Jahren gründlich vorbereiteter, einheitlich tief abgelöster Felssturz, der eben in beschleunigter Bewegung und Vorbrüchen den nahen Absturz verkündete, wieder stille steht und seine langsam aber nachdrücklich begonnene Talfahrt **unterbricht!** Fig. 33.

Dass unsere „Entwässerung ohne Wasser“ die verdankenswerte Ursache des Stillstandes sei, kann ich mir bei den vorhandenen örtlichen Bedingungen nicht denken. Die Ursache des Stillstandes muss in der Gestaltung des Abtrennungsrisses im Felsgrund liegen. Vielleicht ist der geschichtete Fels treppenförmig gebrochen und haben sich beim Absinken obere Treppen fest auf die unteren gesetzt. Endlich aber bin ich zu einer einleuchtenderen und in der Gestalt des Abrisses ersichtlichen Erklärung gelangt:

Die seitlichen Abrissflächen, welche sich an die Enden des Spaltenbogens angesetzt haben, gehen mehr und mehr aus Aufrißspalten mit Absenkung über in scherende Randrisse. Diese beiden Abtrennungsrisse, der westliche kürzere und der östliche längere konvergieren nach vorn und unten. Die bewegte Bergmasse hat sich bei weiterer Bewegung im Frühling 1901 eingekeilt zwischen diese beiden gegen einander in einem Winkel von 40° gestellten Seitenwände. Die Abbrüche vom 14. IV. 1901 waren die vordersten, eben noch entwischten Späne der nun festgeklemmten Bergmasse. So erklärt sich auch diese fast „Plötzlichkeit“ des Stillstandes.

Aegerti-Brienz ist der erste uns bekannte Fall des Stillstandes eines schon beinahe fertig ausgereiften Bergsturzes. Im Beginn der Vorbereitung zu Felsstürzen oder Felsrutschungen kommen hie und da wieder Bewegungsverzögerungen vor — nicht aber so wie hier. Das Benehmen der Aegerti ist für uns vorläufig einzig in seiner Art. Wir freuen uns dieser glücklichen Eigenart!

Typus XIX. Nachstürze.

Wir haben unter den Vorboten der grossen Bergstürze die Vorstürze kennengelernt. Bald kleiner, bald grösser, bald spärlich, bald massenhaft niederknallend, fehlen sie in den letzten Tagen, Stunden oder Minuten vor grossen Katastrophen wohl niemals. Ebenso häufig sind auch nach dem Hauptereignis die **Nachstürze**. Die Rück- und Seitenwände einer neuen Ausbruchsnische reissen selten so glatt ab, dass nicht noch Fetzen, die zum Hauptabsturz gehört hätten, sitzen geblieben wären, oder die oberhalb liegenden Gesteinsmassen haben so viel Rückhalt verloren, dass das Abbrechen in Schalen und Platten bergrückwärts wandert, — Tage lang, Monate lang, Jahre lang. Man achtet meistens auf diese Nachstürze kaum mehr. Sie sind meistens nicht von gefährlicher Grösse und sie werfen sich in die bestehende Fahrbahn oder auf den schon vorhandenen Trümmerhaufen. Staubwolken laufen ihnen nach. Neuen Schaden bringen sie fast niemals. So kommt es, dass man sie meistens nicht erwähnt findet.

Die Nachstürze füllen die Sturzbahn auf und bilden oft in derselben eine Art Schuttkegel, dessen Fuss an der Ablagerung des Hauptsturzes ansetzt, als ob er der „Schwanz“ des Hauptsturzes wäre. Sie verwischen manchmal die Grenze zwischen Fahrbahn und Ablagerungsgebiet und täuschen den Beginn der Ablagerung schon an Stellen vor, wo die Schusskraft noch kein Stillstehen gestatten konnte (so Goldau, Voralpsee, Elm u. a.).

In Elm drohte ein gefährlicher grösserer Nachsturz. Unsere Begehung des Gebietes am zweiten Tage nach dem grossen Unglück zeigte, dass ein grösserer Felskopf, der „**Risikopf**“, obschon abgetrennt durch die grosse Spalte („grosser Chlagg“), noch stehen geblieben war — im W und S umfasst von der Spalte, gegen E begrenzt durch die Abrisswand des grossen Sturzes, nach N sehr steil und im oberen Teil zerrüttet, von Spalten durchsetzt. An der Westseite des Risikopfes, am nach N umgebogenen Ende der Hauptspalte, beginnt eine steile Bach- und Stein-schlagrinne, die Erlenroos. Schnurgerade zielt sie auf das Dorf Elm. Mit 36° fällt sie 600 m tief zum Talboden hinab und 28° steil ist die Linie von Anfang Erlenroos bis Kirche Elm. Ein Absturz des Risikopfes durch die Erlenroos würde das ganze Dorf Elm verschütten. Wendet er sich aber im Sturze eher rechts (gegen E), so fällt er nur in die schon vorhandene Verwüstung. Die Zerrüttung des Felsens reichte an der Ostseite tiefer hinab als an der Westseite. Der noch tiefer folgende Fuss des Risikopfes blieb kompakter Fels. Die messenden Beobachtungen zeigten eine langsame Senkung und Bewegung gegen N. Das Volumen des durchrissenen Teiles des Risikopfes schätzten wir auf 1 bis $1\frac{1}{2}$ Millionen m³. Vom 12. bis 16. Nov. 1881 riss der grosse Chlagg, der nun hinter dem Risikopf schon 20 m Weite und 10 m Absenkung zeigte, auf über 200 m Länge um den Risikopf herum aufs neue um einige Centimeter auf. Die Situation fassten wir damals zusammen etwa in die Worte: Der Risikopf wird bald nachbrechen; geschieht das gegen E, so ist es gefahrlos, geschieht es mit Wendung mehr gegen W, so ist Elm sehr gefährdet. Das

Wahrscheinliche ist ein Abbröckeln in kleinen Stücken; aber auch der Absturz in grösseren Fetzen oder auf einmal durch die Erlenruns ist möglich. Menschlicher Eingriff könnte nur darin bestehen, dass der Fuss des Risikopfes an seiner Ostseite über dem guten Fels, im untersten Teil des Zerrütteten, ausgesprengt würde. Ein Absturz nach der geschwächten Seite hin würde dadurch bewirkt, und Elm wäre gerettet. Der ständige Steinhagel um den Risikopf herum und besonders an seiner Ostseite machte jede Annäherung unmöglich. Es kann sich nur um Angriff aus der Entfernung, um Beschiessung mit Granaten handeln. Herr Artillerieoberst Bleuler unterstützte diesen Plan. Es folgten die Verhandlungen mit den eidgenössischen und kantonalen Behörden, Gemeinderat und Gemeinde Elm, die alle Möglichkeiten bedenken und ordnen mussten. Endlich wurde das Experiment der Beschiessung unter der Devise: „Der Versuch scheint uns Pflicht“ unternommen. Am 29. XI. hatten die behördlichen Kommissionen den notwendigen einstimmigen Beschluss gefasst. Am gleichen Tage noch traf Geschütz und Munition in Schwanden ein. Dicker Nebel und Neuschnee waren hinderlich. Geschützkaliber 8 cm. Schussweite 900 bis 950 m mit 250 m Steigung. Am 2. XII. gelang es, das Geschütz zu richten und 40 Granaten an den einstimmig als richtig anerkannten Zielpunkt abzufeuern. Bei Beginn der Dunkelheit am 3. XII. fiel als letzter der 160ste Schuss. Das Resultat war folgendes: Die Granaten, die auf einen kleinen Riss trafen, erzeugten tüchtige Trichter von etwa $\frac{1}{2}$ m Tiefe, diejenigen, die auf glatte ganze Felsfläche schlugen, explodierten ohne einzudringen. Es wurden eine Anzahl Löcher, aber kein zusammenhängender tiefer Einschnitt erzeugt. Einen solchen zu erhalten müsste man nach Erfahrung des Experimentes 500 bis 1000 Granaten aus 15 cm-Geschütz werfen. So berechnete nun Herr Oberst Bleuler die Sache.

Wir prüften noch die Möglichkeit eines Stollens durch das Gebirge, ansetzend an sicherer Zugangsstelle, und aus dem Berginneren endigend in den östlichen Fuss des Risikopfes hinaus, mit grosser Sprengladung im Innern der Ostseite des stürzenden Berges. Das hätte sehr lange Zeit und grosse Kosten verlangt, und man würde damit schliesslich zu spät ans Ziel gekommen sein.

Es kam der tiefe Frost, der Berg verfiel in Winterschlaf, das Steingeriesel hörte für etwa 3 Monate auf, dann begann es wieder und arbeitete fortan fast immer nur an der Ostseite. Es wurde so lebhaft, dass man den Risikopf völlig vergehen sah. Im Spätherbst 1882 konnte man sagen, dass für Elm keine Gefahr mehr bestehe. Der Risikopf hatte sich in Steinregen gegen Osten bis auf seinen festen tieferen Kern aufgelöst, er war verschwunden.

Ich meinerseits bin der Überzeugung, dass das Bombardement von Anfangs Dezember nicht nutzlos gewesen ist. Es erzeugte doch eine beträchtliche Schwächung des Ostfusses und der Ostseite und beförderte dadurch hier viel stärkere Abstürze.

Es gibt keine Grenze zwischen Nachstürzen und periodisch sich wiederholenden Bergstürzen. Dies gilt für die Mehrzahl der von uns unterschiedenen Typen. Bergstürze haben oft ihre Vorfahren gehabt, und Nachkommen werden folgen.

Typus XX

reserviere ich für Bergstürze **besonderer und bisher noch nie von uns untersuchter Art**. Was sollte es nicht solche geben, die vielleicht plötzlich erkannt werden? Unsere Arbeit bleibt in Sachen bisher nicht nur

Stückwerk, sie ist erst ein Versuch, uns auf klare Unterschiede der verschiedenen Arten von Bergstürzen einzustellen. Absichtlich habe ich Ereignisse wie die Murgänge und die Gletscherstürze in unsere Typen nicht eingeschlossen. Dass sich diese mit Bergstürzen kombinieren können, ist ja bekannt genug. Allein diese allein erforderten zur Behandlung ein ganzes Buch.

V. Weitere Erscheinungen verschiedener Bergstürze.

Bergstürze und Quellen.

Bergstürze und Quellen stehen oft in inniger Verbindung. Es sind zu unterscheiden:

1. Quellen erzeugen Bergstürze. (Fig. 3, 6, 7 etc.)

Quellen, deren Sammelgebiet ausserhalb des Bergsturzes liegt, die aber in den Bergsturz, Bewegung befördernd, eindringen, oft geradezu die Ursache der Bodenbewegung sind, das ist z. B. der Fall in:

Campo Valle Maggia, zahlreiche starke Quellen brechen am Rande des Bergsturzes hervor und versickern zu einem grossen Teil im Trümmerstrom (s. Seite 52).

Kellenholz (Hirzel, Kt. Zürich). Eine starke Quelle aus dem Deckenschotter durchweichte die unterliegende Grundmoräne, beförderte das Abbrechen im Hintergrund der Nische und das Gleiten der Deckenschotterblöcke bis zur Ausbildung eines Schuttstromes gegen die Sihl hinab (s. Seite 36).

Am Rossberg haben wir mehrere Bergsturz (Schuttschleichstrom) veranlassende Quellen genannt. Solche sind am S-Abhang von Rigi-Scheidegg vorhanden. Mächtige Quellen aus den Klippenkalken von Mythen und Rotenfluh erzeugen die Schuttrutschungen im Flysch und Schuttboden, die ihre wulstigen Ströme bis in den ebenen Talboden von Rickenbach senden (s. Seite 18 u. 35).

Hunderte von Quellen, die Schuttrutschungen verursacht haben, könnten genannt werden, und Hunderte von Rutschungen sind durch Quellen verursacht und haben Quellen verraten.

Wie nahe liegt da nicht auch die Abhilfe: Richtiges gründliches Fassen der Quellen, geschlossenes Ableiten an einen wasserbedürftigen Ort. Dann hören die Rutschungen auf! Es ist ein — leider sehr häufiger — stumpfsinniger Widerspruch, wenn das Dorf unten über Wassermangel jammert und oberhalb desselben über die nassen Rutschungen geklagt wird.

2. Bergstürze erzeugen Quellen.

Die Ablagerungsgebiete von Bergstürzen können selbst als treffliche Sammelgebiete für Quellen wirken. Viele Bergstürze sind gute Quellenbildner.