

stürzen gehören Glärnisch-Guppen, Glärnisch-Gleiter, Flims, Sierre, Engelberg, Sackung Mollis. Zu den unmittelbar am Schlusse der Eiszeit gestürzten gehören Bergsturz Wiggis (Deyenstock)-Netstal, Kanderthal, Parpan, Salez etc. Am Glärnisch-Guppen, Glärnisch-Gleiter und Flimser findet man Grundmoränen unter dem Breccienhaufen, die z. T. aufgeschürft worden sind, und Grundmoränen und erratische Blöcke oben auf dem Bergsturzhaufen oder den anschliessenden Schotterterrassen. Dazwischen gibt es auch grosse Bergsturzböcke, die auf ihrer Oberseite sehr schön nach Gletscherart angeschliffen und geschrammt, aber nicht herausgerissen sind, während Grundmoränenmaterial von einem Block zum andern ausebnet.

Ob interglazial oder bloss interstadial ist eine noch unentschiedene Streitfrage. Ich neige mich zum interglazialen. Auf den Gedanken bloss interstadialen Alters ist man eigentlich nur deshalb gekommen, weil 1. die Moränen und erratischen Blöcke auf manchen der Bergsturzhaufen etwas spärlich ausgebreitet sind, und 2. weil der Bergsturzhaufe noch vorhanden ist, während er nach der Meinung gewisser Theoretiker von einer ganzen Eiszeit hätte vollständig weggeräumt werden müssen, was ich für unrichtig halte.

Die Erklärung scheint mir auf der Hand zu liegen. Die Erfüllung der Täler mit viel hundert Meter mächtigen Eisströmen schaltete die immer tiefer greifende Gesteinsverwitterung an den Berggehängen nicht aus. Wasser war immer gegenwärtig. Gegenwärtig war aber auch der „hydrostatische“ Druck der Eisflut an die Uferwand. Er hielt grosse Abstürze zurück. Die gelockerte Felsrinde blieb an den Berg gedrückt. Mit dem Wegschmelzen der Gletscher wurden die Bergflanken vom Gegendruck des Eises befreit, und die seit Jahrhunderten oder -tausenden gelockerten Felsmassen brachen in besonders grossen Fetzen nach.

Darin liegt wohl die Ursache für die ungeheuren, den Eiszeiten sich anschmiegenden Bergstürze.

## **Zweiter Teil:**

### **Das Verhalten der Menschen zum Bergsturz.**

**Vorboten von den Menschen beobachtet, aber nicht gewürdigt.**

Die älteren Berichte über Bergstürze schildern das Entsetzen und den Schrecken der Menschen. Sie nennen die Zahl der Verschütteten, der zerstörten Häuser und Kulturen, oft noch die Zahl der Tiere, die getötet worden sind. Aber meistens berichten sie gar nicht oder nur sehr dürftig über die Art des Vorganges und seine besonderen Erscheinungen und meistens nichts, oder nur eine wertlose Vermutung über die Ursachen.

In einigen Berichten finden sich aber doch einige Andeutungen über die **Vorboten der Katastrophe**. Ich nenne dieselben:

1584 Bergsturz am 1. III. und 4. III. von **Corbeyrier und Yvorne, W-Abhang der Tour d'Al.**

Ein Erdbeben soll Abbrüche am obersten Rande des Felszirkus veranlasst haben und diese dann das andere Gestein zerspalten haben. Diese Angaben sind unklar und für uns nicht verwendbar. Dann aber heisst es vom 1. III. aus Corbeyrier, dass grosse Felsmassen auf die Terrasse von Luan stürzten, dann dass dort grosse Bodenspalten entstanden und alles in Bewegung geriet. In der Nähe des Dorfes Corbeyrier entstanden nun auch grosse Erdspalten, aus denen Schlamm hervorquoll. „Der Boden war seit dem Erdbeben in beständigem Zittern begriffen“. Die Bewegung unter Luan griff den Wald an, der krachend immer weiter zusammenbrach. Trotzdem 3 Tage lang diese Vorzeichen in vollem Gange waren, **dachte kein Mensch an Flucht**. Man blieb — ich weiss nicht ob ruhig oder beängstigt — in den Häusern oder an der Arbeit in den Weinbergen und Äckern den ganzen Tag, auch noch am 4. III., da die Bewegung sichtlich gewaltigen Charakter annahm. Schliesslich wurde die Schutztrübsung zum rasenden Schuttsturz. 122 Bewohner, 206 italienische Arbeiter in den Weinbergen wurden eingedeckt, 69 steinerne Häuser, 126 Ställe, viele geringere Gebäude, 5 Mühlen, Ackerfeld, Weingärten, Obstgärten etc. liegen zerstört unter dem Schutte begraben.

Im ganzen hatte man 5 Tage lang die Vorzeichen einer gefährlichen Katastrophe in ständiger Steigerung gesehen und gehört. Aber nichts ist gerettet worden, kein Mensch ist geflohen, und doch hätten alle, die verschüttet worden sind, sich retten können. Die Überlebenden und die Chronisten erzählen nun gar: dass die Katastrophe ganz urplötzlich und unerwartet eingebrochen sei! Hier handelt es sich sichtlich um eine verschiedene Auffassung zwischen Mensch und Natur. Es muss erst das gegenseitige Verständnis gefunden werden!

1618 VIII./IX.: **Plurs im Bergell**. Fortunat Sprecher (Commissär zu Claven), aus Chiavenna berichtet: „An dem Berge Conto S. Plurs, wo früher ausgezeichnete Lavezsteine gebrochen zu werden pflegten, und schon seit „10 Jahren Risse und Spalten sich zeigten, begannen am 25. VIII. nach „dem Mittagessen Rufen und Schlipfe herunterzubrechen, welche einige Weinberge bei Schilano (Aussendorf etwas SE über Plurs) verschütteten. Da aber „früher schon am nämlichen Orte dergleichen öfters vorgekommen waren, gaben „die Plurser nicht acht darauf. Wer dort oben zu jener Stunde mit Heuen beschäftigt „war, fühlte die Erde unter seinen Füssen zittern. Zudem mahnten „einige Bauern von Roncaglia (Nordseite der Maira etwas höher) die Plurser dringend, „ihre Stadt zu verlassen, da ein grosses Unheil bevorstehe. Einer, der von „Plurs mit Lavezsteinen kam (nach Chiavenna), zeigte mir das nämlich an.“

Weitere Berichte meldeten: „Man hörte einen starken Ton im Inneren des Berges Monte Conto noch bei ziemlicher Distanz, ein Krachen oder Knirschen, oft sogar ein Knallen; dasselbe wurde 6 bis 10 Stunden vor dem Bergsturz gehört. Am Monte Conto und noch weiter herum (Castasegna) verliessen die Bienen schon 2 Tage vorher in Schwärmen und sichtlicher Verwirrung

ihre Stöcke. Die Kühe auf den Weiden am Abhange des Monte Conto waren sehr unruhig geworden und flohen zum Teil. Manche Äpler kamen herunter und meldeten in Plurs die Gefahr. Ein Bauer, der hoch über Plurs am Monte Conto eine Tanne fällen sollte, spürte plötzlich, dass der Boden unter seinen Füßen wich. Er erschrak und lief nach Plurs, um zur Flucht zu ermahnen. Er wurde verlacht und gar noch geschlagen, und man floh nicht.

Gegen Mitternacht erfolgte der grosse Absturz, dem niemand entging. Die Mera wurde während  $1\frac{1}{2}$  Stunden gestaut, bis sie wieder überfloss. Der Schutthaufe war eine gute halbe Wegstunde breit (in der Talrichtung) und „5 Spiess“ hoch. Es sind „über 2000 Einwohner von Plurs verschüttet worden, nicht gerechnet die Ortsfremden, die gerade in Plurs nächtigten“.

Die warnenden Aussagen der Beobachter von den Vorzeichen am Mont del Cont unterscheiden sich sehr wesentlich von den Vorböten — Beobachtungen in den anderen Fällen. Sie erzählten nicht nur die beobachteten Erscheinungen ohne Einsicht auf ihre Bedeutung, sondern sie erkannten darin gleichzeitig die furchtbare Gefahr im besonderen für Plurs. Es muss also wohl alles schon so weit ausgereift gewesen sein, dass die baldige Verschüttung von Plurs klar vor Augen lag. Aber nur die Äpler, nicht die Plurser selbst begriffen die Sachlage, und diese Bergleute haben rechtzeitig ihre gefährlichen Aufenthaltsorte am Berge verlassen, die Städter sind verschüttet.

**1714 Diablerets:** Nach mehreren Tagen anhaltenden unterirdischen Getöses stürzten die Gesteinsmassen am 28. IX. Nachmittag zwischen 2—3 Uhr zu Tal, verschütteten ausgedehnte Weiden, 120 Hütten, und töteten 18 Menschen und 100 Stück Vieh. 1749, da die Vorzeichen wie 1714 sich wiederholten, hatten sich die Menschen rechtzeitig mit ihrem Vieh geflüchtet mit Ausnahme von 5 in der Säge beschäftigten Männern. 40 Alphütten wurden zerstört. Der Absturz war viel grösser als 1714. Aber die vernünftige Einsicht und rechtzeitige Flucht hat Menschen und Vieh gerettet.

**1806 Goldau.** Die Bewohner des Gebietes waren von der Gefahr längst überzeugt. Seit 30 Jahren sagte man sich schon „der Berg stürzt dann einmal zu Tale“. Die Vorzeichen mehrten sich in den Jahren 1799, 1804 und 1805, die alle sehr nass waren. Ebenso nass war der Anfang von 1806 und wieder die zweite Hälfte August. Die Holzhauer am Berge beobachteten zunehmende Risse, die sich stets erweiterten und mit Wasser gefüllt waren. Im Walde hörte man sehr oft Knallen vom Zerreißen der über den Spalten gespannten Wurzeln. An der Steinenbergerfluh zog sich eine lange tiefe Felsspalte hin, genannt die „lange Kehle“ — wahrscheinlich

war dies der östliche Abrissrand des ganzen Bergschliffes. Knaben belustigten sich oft damit, Baumstammstücke, die im Walde faulend lagen, hinabzuwerfen. Auf das Gepolter folgte zuletzt ein grosser Platsch, indem die Spalte unten mit Wasser erfüllt war. Häufig hörte man Felsblöcke stürzen, sah Tannen sich schief stellen und fallen. Das alles nahm im Verlaufe des Sommers 1806 beständig zu. Am 1. September war strömender Regen, am Morgen des 2. September sah man von unten an der Gnippe oben Erdabbrisse, neue Spalten, und das Steinrollen nahm zu. Am Nachmittag tönte das Abstürzen der Steine wie das Feuerknattern im Kriege. Einigemale sah man grosse Felsstücke unter mächtigem Knallen in den Wald abrollen, dort die Bäume brechend. Abends 4 Uhr zeigte sich eine besonders bedrohliche Querspalte hoch oben. Nahe ob Rothen im unteren Teil des Gehänges öffnete sich ein grosser Riss, 4 $\frac{1}{2}$  Uhr stürzte eine Felsmasse aus der Steinenbergerfluh. Das war offenbar die Auslösung im untersten Teil des Abrissgebietes, denn jetzt setzte sich alles in Bewegung zu dem entsetzlichen überflutenden Trümmerstrom.

Wichtig ist die Tatsache, dass der Goldauerbergsturz von der ganzen Bevölkerung erwartet war, und dass diese Bevölkerung reichlich die immer zunehmenden Vorboten vor Augen und Ohren hatte und die bösen Veränderungen vom 2. IX. sah. Zum Fliehen wäre Zeit genug gewesen. Nur ganz wenige sind rechtzeitig geflohen, die meisten wollten erst fliehen, als es zu spät war. Alle hätten sich retten können! Warum ist das nicht geschehen? — Kein Bergsturz kommt plötzlich. Alle senden ihre **Vorboten** und bei allen bedeutet eine zunehmende Steigerung der Vorboten die Annäherung der Katastrophe!

**1881 Elm.** Auch der Bergsturz von Elm hatte reichlich seine Vorboten gesendet. Sie sind wohl beachtet aber nicht verwertet worden. Die Umstände in Elm waren noch sonderbarer und noch unbegreiflicher. Wir müssen darauf demnächst eintreten.

### Die Vorbereitung der Bergstürze.

Kein Bergsturz löst sich von seinem Mutterfels von einer Minute zur anderen ab. Eine solche Art plötzlichen inneren Entschlusses zum Absturz ist dem Berge unmöglich. Jeder Bergsturz muss infolge einer Gleichgewichtsstörung mit einer angestregten Ablösung irgendwo langsam beginnen. Die Schwere ist Antrieb und Ursache. Innerer Zusammenhang der Gesteine (Kohäsion) und Reibung zwischen sich Bewegendem und Festsitzendem setzen der Schwerebewegung Wider-

stände entgegen. Die Trennungen, Pressungen und Zerrungen müssen zunehmen, sich ausbreiten, weitertasten. Je grösser die Masse, die stürzen möchte, desto längere Zeit und mehr innere Arbeit erfordert das Ausreifen. Beim grösseren Bergsturz dauert die Vorbereitung nicht nur Wochen, sondern Monate, Jahre und Jahrzehnte, sogar Jahrhunderte! Erst muss das Gleichgewicht zwischen abwärts zerrendem und drängendem Gewicht einerseits und Widerständen (Reibung, Verklebung und anderen Hemmnissen) andererseits gerade genau erreicht sein, dann ist „noch mancher Faden zu zerreißen“, um der Schwere das Übergewicht zu geben und ihr die Bahn zum Siege zu öffnen. Das ist aber noch nicht der Moment zum Absprung. Es geht noch einige Zeit. Nun entstehen die Vorboten zum Beginn des Absturzes. Innerhalb nur weniger Tage, vielleicht nur weniger Stunden, durchreißen knarrend, rasch einer nach dem anderen, die noch gebliebenen „Fäden“, bis dann endlich nach noch einigen Minuten grösster Beschleunigung und Anstrengung krachend die rasende Talfahrt geschieht — die Sturzmasse schiesst befreit einher.

Diese Vorgänge sind sehr verwickelter Natur. Eine genaue Grenze zwischen den verschiedenen Stadien der Absturzvorbereitung ist nicht anzugeben. Alles entwickelt sich in unmerklichen Übergängen. Die schwierige Loslösung der ganzen Sturzmasse musste eben auf der ganzen weiten, vielleicht unregelmässig gestalteten Abrissfläche sich Schritt um Schritt erzwingen. Beschleunigung beherrscht die Vorgänge bis in den Absturz hinein.

Ich will nur die Hapterscheinungen der Vorbereitung und Vorboten der Bergstürze hier andeuten:

Bei Schuttbewegungen wie bei Felsbewegungen ist meistens die erste sichtbare Erscheinung die Spaltenbildung im Abrissgebiete, und weiter unten manchmal fast gleichzeitig die aufgestauten Wülste. Die klaffenden Spalten verlaufen mehr oder weniger quer zur Bewegungsrichtung, die Scherklüfte an den Flanken parallel mit der Bewegungsrichtung. Neue Spalten und neue Bewegung ist meistens gekennzeichnet durch die Spannung oder die Abrisse von Pflanzenwurzeln, welche obere und untere Seite der Spalte verbunden hatten. Im inneren Teil des Abrissgebietes können die Spalten ziemlich kurz und zahlreich sein, während bei Felsbewegungen wie bei Schuttbewegungen immer deutlicher und zusammenhängender der obere Randabrispbogen sich ausbildet, der den oberen Anrissrand der ganzen Massenbewegung bedeutet — entsprechend der Randklüfte der Firnmulden in der Eiswelt. Wir kennen Fälle, wo ein halbkreisförmiger

Abriss von Jahr zu Jahr vorschreitend, bald an einer Flanke, bald in der Mitte beginnend auf eine Länge von einigen 100 bis auf 1000 m sich im Verlauf von 30 bis 50 oder mehr Jahren, ausgebildet hat, unter gleichzeitiger Absenkung der unteren Seite, erst vielleicht 1 dm im Jahr, dann mehr und mehr bis auf Beträge von mehreren — von über 10 m. Aus der Gestalt solcher Abrisse kann man den Charakter des bevorstehenden Ereignisses erkennen (Dimensionen, Tiefgründigkeit, nur ein Sturz oder geteilt in mehrere etc.). Sehr oft habe ich als einfachstes Mittel zur Kontrolle der Bewegung einen guten Pfahl auf jeder Seite der Spalte eingeschlagen. Am oberen Pfahl wurde ein guter Draht angebunden und derselbe über die Spalte zum unteren etwas höheren Pfahl geführt und dort überhängt am Ende mit einem schweren Stein gespannt. Die Höhenlage des Steines kann am Pfahl von Zeit zu Zeit markiert werden und so wird die Bewegung kontrolliert und gemessen. Sehr oft haben wir auf diese einfache Art nach einigen Jahren ein Emporziehen des Steines um 2, 3, 4 m als Ausmass für Erweiterung der Spalte und Absenkung des Abgetrennten gewonnen. Manchmal habe ich auch nur mit eingeschlagenem Nagel den Stirnpunkt der Pfähle fixiert und dann bei jedem Besuch durch mich, oder durch Mithelfer (Wegmacher, Förster etc.) mit Messband die jeweilige Distanz der 2 Fixpunkte gemessen. Je nach den lokalen Verhältnissen kann man auch noch anders verfahren. Oft nützt es uns schon, einen Stein in die Spalte zu klemmen und später nachzusehen. Immer hat die wirkliche Messung grossen Vorteil gegenüber der blossen Schätzung nach Erinnerung.

In schwierigen Fällen haben wir auch schon oft feine Messinstrumente und Messmethoden zu Hilfe gezogen, so z. B. zur Kontrolle der Ufereinsenkungen in Horgen 1875, in Zug 1887. Später sind genaue trigonometrische Vermessungen zur Bestimmung des Fortschreitens von Bergsturzbewegungen durch das eidgenössische topographische Amt ausgeführt worden, so an der Walliser Pointe de Rosa Blanche (Entremont und Hérens) 3348 m. Dann 1926 beim Schieferbruch in Engi westlich des Sernft, seit 1828 am Monte Arbindo im Tessin, dessen Hauptabsturz am 2. X. 1928 stattfand, und nun seit 1928 regelmässig am Kilchenstock ob Linthal. Von dem letzteren ist hier Näheres zu berichten.

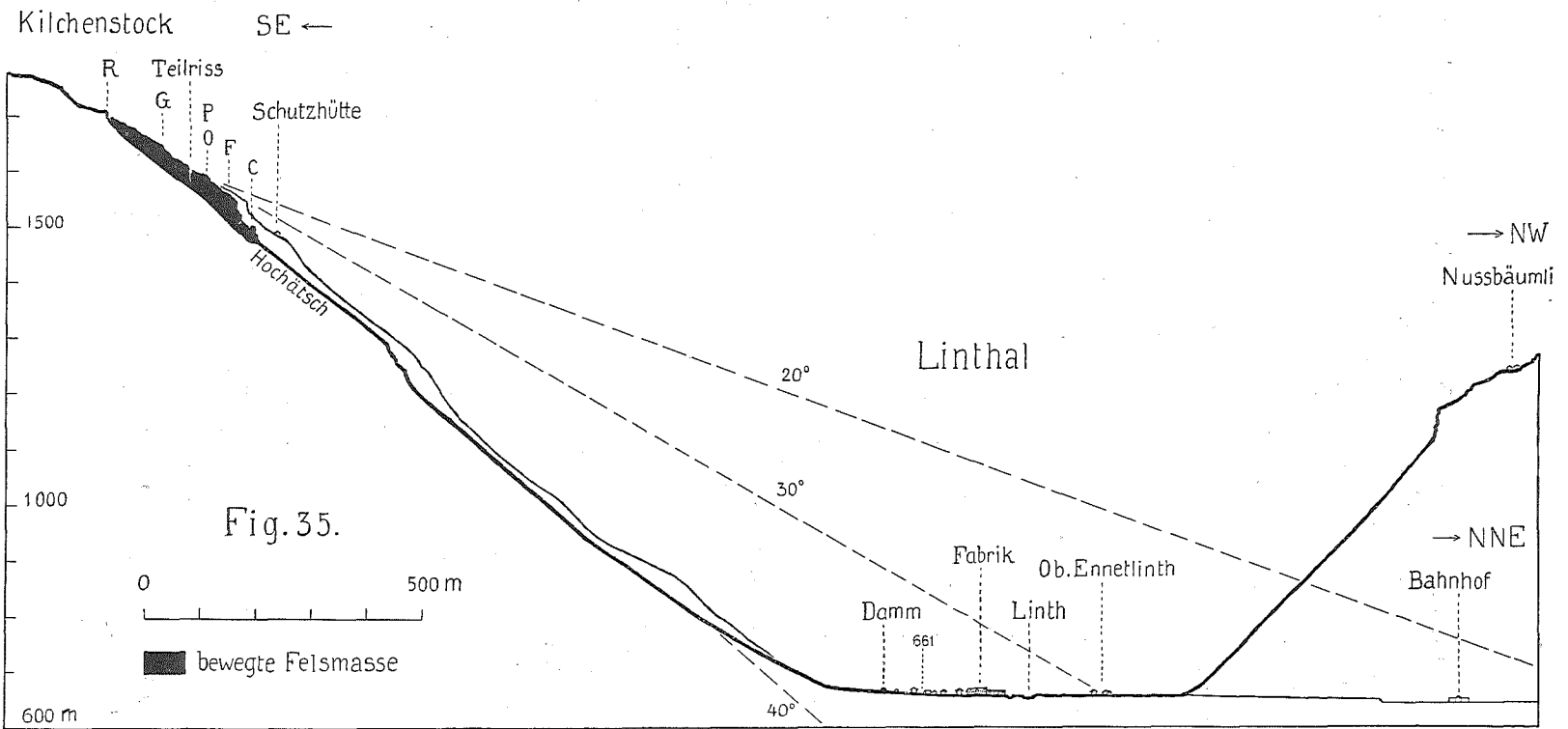
### **Vom Kilchenstock ob Linthal und den dortigen Vermessungen.**

Der **Kilchenstock**, das nordwestliche Ende eines Ausläufergrates der Hausstockgruppe, östlich 1000 m über dem Dorf Linthal gelegen, gehört zu den Bergen, die durch einzelne Steinschläge seit wohl

100 Jahren die Bewohner — nicht aufgeregt, sondern abgestumpft — haben (Fig. 35 und T Fig. 36 und 37).

Der ganze Berg ist aus gefalteten Flyschgesteinen (Tonschiefer mit Einlagerungen von Bänken aus Sandstein, Quarzit, Taveyannazsandsteinen) aufgebaut. Die Schichtlage ist verworren, vorherrschend gegen SSE geneigt, hier und da scharf gefaltet. Auf seinem Kopfe trägt der Kilchenstock eine  $35^\circ$  gegen NW geneigte Mütze von dem quarzitären, dem Taveyannazgestein sich annähernden Sandstein, von etwa 15 bis 25 m Mächtigkeit. Dieses Gesteinsdach ist in rutschender Bewegung. In Richtung NW ist es etwa 350 m lang, in der Querrichtung 75 bis 125 m breit. Der höchste Abriss ist in 1695 m Meereshöhe. Von da reicht der Quarzitsandstein bis etwa 1500 m Höhe hinab, wo er mit steiler Wand abgebrochen endigt (Fig. 35 u. T Fig. 37). Darunter folgt die Steinschlagrinne Hochätsch. Sie hat nur wenig leichte Krümmungen und bei 1250 m Höhe eine besonders steile Stufe. Im Mittel beträgt, von 1500 m bis 950 m hinab, der Fallwinkel  $44^\circ$ , von 950 bis 750 m  $34^\circ$ , dann noch von 750 bis 700 m  $28^\circ$ , bis sie auf dem fast horizontalen Talboden ausläuft. Im gesamten Mittel bis auf den Schuttkegel hinab beträgt das Gefälle dieser Steinschlagrinne, welche die Hauptsturzfurche des drohenden Bergsturzes sein wird,  $40^\circ$ . Sie ist also steiler als die meisten trockenen Schutthalde. Kein Trümmerwerk kann in ihr liegen bleiben. Ihr Grund ist der anstehende Fels. Schon oft sind einzelne Blöcke von der Kilchenstockmütze weg bis dicht an die Häuser von Linthal-Dorf gesprungen. Die alte katholische Kirche musste wegen den Steinschlägen aufgegeben werden.

Im Herbst 1926 wurde man darauf aufmerksam, dass die oberste gegen Linthal geneigte Kappe des Kilchenstockes reichlich neue Risse zeigt. Im Sommer 1928 wurde durch die Geologen die Zunahme der Bewegung an der Erweiterung und Zunahme der Risse festgestellt. Auf unsere Anregung hin berief der Regierungsrat von Glarus im November 1928 eine beratende Versammlung, zusammen mit den Geologen, dem Kantonsingenieur, Kantonsförster, Sprengstofftechniker, Topographen nach Linthal. Es wurde eine kartographische Aufnahme des ganzen Gebietes und eine genaue trigonometrische Vermessung des Abrissgebietes mit regelmässiger Kontrollmessung einer grösseren Anzahl von Punkten verlangt. Das alles ist einstimmig beschlossen und durchgeführt worden. Herr H. HARRY von der eidgenössischen Landestopographie hat im Abrissgebiete etwa 25 Punkte fixiert und markiert, derart, dass man nun von Halbjahr zu Halbjahr die Bewegung derselben samt ihrer Richtung im Raume in Millimetern genau bestimmen kann. Wir besitzen bis jetzt (1. VIII. 1932) schon zehn solcher Messungsberichte mit je einem halben Jahr Zwischenraum. Ausserdem wurde noch, wenigstens für einige der Fixpunkte auf dem Scheitel des Kilchenstockes, eine zwei- bis viermalige Vermessung per Monat von der gegenüberliegenden Talseite (Rämis) aus eingerichtet, und im Abrissgebiet noch einige besondere Messungsgelegenheiten geschaffen (Fisur gegen horizontale Messlatte).





Diese Messungen haben ergeben, dass die ganze Quarzitkappe des Kilchenstockes sich in der Gefällsrichtung langsam gleitend bewegt.

Die Messungen 1928 bis 1932 haben folgende Tatsachen festgestellt:

1. Die Bewegung steht in den Monaten Januar, Februar und März still. Wir kannten einen „Winterschlaf“ der Bergsturzbewegungen schon lange, aber hier am Kilchenstock ist er zum ersten Mal genau messend erfasst worden, verglichen stets T Fig. 36.

2. Alljährlich beginnt die Bewegung langsam im Monat April, sie steigert sich dann langsam, mit steter Beschleunigung bis gegen den Winter hinein. Das Maximum des Vorschubes fällt oft erst tief in den Winter. Im November oder Dezember oder erst im Januar setzt ziemlich rasch der Stillstand ein. Dabei ist auffallend, dass die Geschwindigkeit der Bewegung vor dem Winterschlaf viel rascher abnimmt, als sie nachher im Frühling wieder zunimmt.

3. Am Kilchenstock nimmt regelmässig, ungestört durch die Winterschläfe, die Geschwindigkeit der Gleitbewegung seit Beginn der Messungen von einem Jahr ins folgende zu. 1927 war der mittlere tägliche Vorschub der gemessenen Punkte etwa 1 mm per Tag, im Jahre 1928  $1\frac{1}{2}$  bis 2 mm, 1929 2 bis  $2\frac{1}{2}$  mm, 1930 mehrere mm, 1931 rückten manche Punkte 10 mm per Tag vor, im Juli 1932 stieg bei vielen Punkten die Bewegung auf 20 bis 30, im August einige Male bis über 40 mm im Tag! Die Fallrichtung der Bewegung war recht gleichmässig, im Mittel  $33^\circ$  gegen NW. (T Fig. 37.)

4. Die Kurven, welche in graphischer Darstellung die Bewegungen innerhalb der Messungsjahre zeigen, verlaufen durchweg glatt, niemals unregelmässig eckig. Die Bewegung geschieht also durchweg in einer höheren Gesetzmässigkeit, und alle Veränderungen vollziehen sich in weichen Übergängen und Abhängigkeiten.

So gesetzmässig — ähnlich der Bewegung des kleinen Zeigers einer Taschenuhr, das ist überraschend! Die Naturmacht, welche eine Felsmasse von etwa 1—2 Millionen Tonnen Gewicht an einem Bergstock jahrelang, lautlos, täglich bis mehrere Millimeter schief abwärts bewegt, weiss was sie will — was sie muss. Sie ist gewaltiger als wir Menschen, und wird der treibenden Schwerkraft gehorchen bis zu ihrem Ziele, auch wo es uns schädigt. Es scheint mir nicht denkbar, dass diese Bewegung wieder aufhöre, dagegen wird sie sich wie bisher beschleunigen bis zur Katastrophe. Beschleunigung bedeutet Warnung! Am Kilchenstock bereitet sich ein Bergsturz mit eiserner Konsequenz vor.

Die Ausdehnung und Grösse der Gefahr hängt aber noch von der Art der Loslösung sehr stark ab. Geht die ganze sich bewegende Bergkappe auf einmal in die Sturzbewegung über, so fährt sie sehr weit auf die gegenüberliegende Talseite und noch ein Stück als abgelenkter Trümmerstrom talauswärts. Es kann aber auch sein, dass die bewegte Felsmasse innerlich schon so zerrissen ist, dass sie in mehrere Fetzen geteilt, ein Stück nach dem andern in Absturz gelangt. Dann bleibt die Ausbreitung der Verschüttung viel enger begrenzt. Darin liegt unsere Hoffnung. Gerade zu dieser Frage soll die konsequente Messung der Bewegung uns die Antwort nähern.

Erst der 7. Vermessungsbericht vom X. 1930 zeigt deutlich eine Trennung in der Bewegungsrichtung von oberem und unterem Teil des Abrissgebietes. Im unteren Teil (Gebiet Messpunkte O, P, M, E) wendet sich alles ausgeprägt nach WNW gegen die Hochätschrinne, und dieser Teil grenzt sich immer zusammenhängender vom oberen ab durch einen nach oben konvexen Abrissbogen, der bis höchstens 1615 m am Ostrande hinaufreicht (T Fig. 37). Der obere Teil (Messpunkte L, F, G, R) gleitet gegen NNW, den unteren mit ca. 30° in die Seite stossend. Das bleibt auch so im 8. bis 10. Bericht nur mit dem Unterschiede, dass die NNW-Bewegung im oberen Teil an Stärke stark abnimmt, als ob da der untere stauend wirkte, während die Bewegung im unteren Teil gegen Hochätsch von Jahr zu Jahr sich beschleunigt.

Kurz ausgedrückt: Die Messungen berechtigen die Hoffnung, dass der Bergsturz sich in wenigstens zwei Stürzteile und dadurch seine bösen Folgen bedeutend mildere.

Die beiliegende T Fig. 36 gibt ein Bild der Bewegungen im Abrissgebiet am Kilchenstock nach Zeit und Betrag. Die Steilheit der Linien zeigt rasche Bewegung, die horizontalen Stücke bedeuten Stillstand (Winterschlaf). T Fig. 37 deutet auch die Bewegungsrichtung an.

Die Deutung der Vermessungsergebnisse ist freilich für uns eine neue Aufgabe, an welche wir noch fast ohne Erfahrungen herangestellt werden. Der Kilchenstock ist der erste Fall, der in so gründliche Messungskontrolle genommen worden ist, und überdies ist sein Bewegungsspiel ja noch nicht fertig. Wir wissen noch nicht, was wir erst noch an ihm und an weiteren Fällen zu erwarten haben. Die Vermessungsmethode wird uns vielleicht im Laufe der Zeit neue Einsichten eröffnen, von denen wir noch keine Ahnung haben.

Schon am Kilchenstock hat uns der Mangel an Erfahrung einmal getäuscht. Wir wussten, dass die Mehrzahl der grossen Bergstürze im September fällt, und dass im Winter ein Stillstand waltet, dessen Ursache wir im Mangel an Einsickerung durch den Frost bedingt annahmen. Als nun 1930 die regelmässigen Messungen am Kilchenstock eine Beschleunigung der Bewegung für alle Punkte noch vom September in den Oktober, und im November statt einer Abnahme die grösste Bewegung auf-

wies, die bisher jemals hier oder an andern Orten (Arbino, Engi) gemessen worden war, während wir meinten, es wäre schon volle Zeit zum Beginn des Winterschlafes, und derselbe im Jahr 1929 schon anfangs Dezember fertig entwickelt war, als überdies auch die Steinschläge, Geräusche im Berg, neue Risse und Erweiterung vieler der bestehenden gemeldet wurden — da wurde uns bange. In meiner Qual siegte schliesslich die Überlegung: Eine verfrühte Flucht ist das geringere Übel als ein auch nur eine halbe Stunde zu später Ruf zur Flucht. Am 18. XI. telegraphierte ich an den Herrn Landammann: „Absturz scheint nahe, empfehle Anordnung zur Räumung und Flucht.“ In ähnlicher Art handelte mein Kollege Prof. STAUB unabhängig von mir, da wir uns zu gemeinsamer Beratung nicht treffen konnten.

In der zweiten Hälfte Dezember nahm die Bewegung wieder ab, Mitte Januar 1931 endlich trat der verspätete Winterschlaf ein! Noch heute steht der sich bewegende Fels an seinem Platz.

Aus Fig. 36 ist zu sehen, dass der Winterschlaf am Kilchenstock begonnen hat: Mitte I. 1929, dann wieder Anfang XII. 1929, wieder Anfang I. 1931 und bei einigen Punkten erst Anfang II. Das ist eine Variation von zwei Monaten.

Unverständlich ist für uns heute noch, dass die Bewegung sich noch so weit in den Winter hinein, teilweise beschleunigend zieht, während es auf der Höhe des Kilchenstock in keinem dieser Jahre an anhaltendem Frost schon zwei Monate vorher gefehlt hat. Und unverständlich ist überhaupt diese jetzt von Jahr zu Jahr starke Steigerung der Geschwindigkeit — wie lange kann das noch so fortgehen? Es ist wohl verborgene Ausarbeitung der Gleitfläche.

Die gewöhnlichste Frage ist stets: Wann wird der Bergsturz eintreten. Wann sollen wir fliehen?

Aus den bisherigen Messungen und Vorboten können wir nur sagen: Er wird einschlagen, aber wird sicher nicht im Januar, Februar oder März fallen, am wahrscheinlichsten erst nach August. Wir können auch, solange die Vorboten nicht viel lebhafter als jetzt (Juli 1932) werden, bestimmt sagen: in den nächsten Tagen noch nicht. In welchem Jahre er fallen wird, können wir nicht sagen. Mit Sicherheit ist zu erwarten, dass eine bedeutende Beschleunigung der zu messenden Bewegungen (jetzt allerdings der Fall!) über das bisherige hinaus dem Absturze vorausgehen wird, aber ob nur einige Tage, oder schon einige Wochen voraus, wissen wir nicht. Das sicherste Anzeichen für baldigen Absturz wird sein: Die gleichzeitige Beschleunigung der Bewegung zusammen mit starker Zunahme der Steinschläge und mit hörbarem Knarren im Innern des Berges. Über das letztere kann nur der Wächter am Berge berichten, unten wird man es nicht hören, und es kommt erst wenige Tage oder Stunden vor dem

Absturz. Ich habe die Überzeugung, dass man bei richtiger Beobachtung, wie sie organisiert ist, 4 bis 8 Tage vorher die Katastrophe wird anrücken hören, ein bis zwei Tage vorher wird der Kilchenstock ein eindruckliches Sturmgeläute in Gang setzen — dann fliehet, es ist höchste Zeit!

Auf die Frage: „Sollen wir die gefährdeten Teile des Dorfes mit unseren Häusern schon vor dem Fluchtsignal verlassen“, antworte ich: Ja, das ist das vernünftigste. Dann müsst Ihr nicht noch lange in peinlicher Unsicherheit unter den Drohungen des Berges leben; dann habt Ihr die Zeit, in Ruhe und mit Überlegung umzuziehen und alles Bewegliche, das Euch lieb ist, in Sicherheit zu bringen, statt in Todesangst fliehen zu müssen.

Ist denn keine Möglichkeit, dass der Berg von selbst ganz in Ruhe kommt? Weil alle unsere menschliche Einsicht unvollkommen ist, so muss ich antworten: ja vielleicht doch kann er nach unbedeutenden kleinen Abstürzen wieder ganz ruhig werden, für Jahrzehnte. Die Teilblöcke des Bewegten könnten sich untereinander zu einer Barriere verklemmen, Bruchstufen am sich Bewegenden könnten in Stufen der Unterlage eingreifen. Allein das wären alles ganz sonderbare zufällige Dinge. Ehrlich müssen wir sagen: Ein Ende der Bewegung mit Stillstand ist in hohem Grade unwahrscheinlich, fast undenkbar.

Selbstverständlich ist auch betreffend den Kilchenstock die Frage nach künstlichem Eingriff zur Ausschaltung der Gefahr reichlich aufgeworfen und gründlich studiert worden. Künstliches Absprengen, künstliches Annageln durch Eisenstangen in Bohrlöchern, künstliche Bewässerung zum Abtreiben, Stollen von unten an die Rutschfläche zur Entwässerung, überhaupt irgendeine Art der Entwässerung, Stützmauern und Pfeiler am unteren Rand u. a. m. sind empfohlen worden. An unserem Patienten ist nichts von alledem, aber auch gar nichts mit der geringsten Aussicht auf Erfolg anzuwenden, wohl aber sehr gefährlich. Den Schutzwall hinter dem Dorfe verstärken? Und wenn wir diesen auf 3fache Basisbreite und auf 3fache Höhe verstärken würden, und es kommen vom Kilchenstock nur 250,000 m<sup>3</sup> Felssturz — 1 bis 1½ Millionen sind bereit — so würde er als lächerliches Kinderspielzeug weggefegt werden. Einzelne Steinschläge oder einen kleinen Muhrang oder auch blosse Steinlawinen kann er abhalten, aber nicht einen Felssturz.

Doch von der Vermessung und dem besonderen Fall Kilchenstock nochmals zurück zu den ohne weitere Hilfsmittel zu bemerkenden Vorböten, wie sie sich sehr ähnlich bei allen grossen Bergstürzen von Typus XIV und XV einfinden:

Mit der fortschreitenden Ausbildung der Spalten Hand in Hand geht das Ablösen von Felsblöcken, oder grösseren Felsmassen, besonders an den Rändern des Abrissgebietes, wo Bewegung und Stand sich reiben. Meistens sind diese randlichen Steinstürze viel reichlicher als solche aus der Mitte, sogar als solche am Stirnrand. Das Gepolter fallender Steine nimmt stark zu mit dem Herannahen der Katastrophe. Eine bis zwei Wochen vor dem Absturz wird es ungewöhnlich und auf-

fallend. Zwei Tage vorher brechen in der Regel einzelne, ganz grosse Blöcke nieder. Nun hört man, besonders in stiller Nacht, ein Knirschen und Knarren im Innern des Berges und spürt ein Zittern des Bodens, auf dem man steht.

Das ist das Stadium der Vorboten, in welchem die Tiere weit sicherer als wir empfindsam sind. Bienen, Hühner, Katzen, Hunde, Rinder, Pferde werden unruhig und fliehen. Sie retten sich oft dadurch, während die Menschen warten, bis sie getroffen werden.

Nun nähert sich die Katastrophe. Am Tage des Absturzes nimmt der Steinfall zu. Dann folgen meistens einige Steinlawinen, ausbrechend aus dem Rande des bewegten Felskörpers, einige Stunden, oder auch nur Bruchteile einer Stunde vor dem Hauptsturz! Plötzlich wird es zu spät zur Flucht, denn die Hauptmasse schiesst mit der Geschwindigkeit eines Geschosses unter furchtbarem Donnern den Berg hinab und über den Talboden weit hinaus. Der Hauptsturz ab Kilchenstock wird bis ins Dorf keine halbe Minute gebrauchen.

Halten wir als Hauptresultat unserer bisherigen Betrachtung fest:

Die grossen Bergstürze bereiten sich langsam vor und kündigen sich Wochen, jedenfalls Tage vorher an!

(Nachtrag hierzu Seite 214.)

### **Die Einstellung der Menschen auf die Bergstürze.**

**In Goldau.** Das Durchsuchen aller älteren Berichte über Bergstürze erzählt uns vom Unglück und einiges auch von den Vorboten; aber es sieht dabei aus, als ob die Auswertung des Wahrgenommenen zur Flucht fast niemals geschehen sei. Am schlimmsten ist es da, wo man einen Bergsturz längst vorausgesehen hat. Bezeichnend dafür ist folgender Vorfall: Im Abrissgebiet des Goldauer Bergsturzes, in einem Holzerhäuschen, sitzen drei Männer beim Kartenspiel. Da stürzt ein vierter herein und ruft zur Flucht. Der Älteste geht ruhig vor die Haustür, schaut sich um, stopft sein Pfeifchen und sagt: „Drissg Jahr händ mir jez scho druf gwartet, dass de Berg chömi, er wird wol no warte, bis ich mis Pffli gstopft ha!“ Plötzlich ein Knall, der Boden schwankt; die jüngeren konnten noch im Sprung den stehenden Boden erreichen, der Alte aber fuhr mit Boden, Wald und Häuschen zu Tale. Ein Bewohner oben am Spitzenbühl brach zwei Tage vor dem Absturz sein Häuschen ab und flüchtete Material und Familie auf sicheren Grund. Das war der einzige Mensch in Goldau, der auf Grundlage von Einsicht vernünftig handelte. Beängstigt durch traumartige Vorgefühle verliessen drei Bewohner von Goldau den Ort, zwei Tage vor dem Absturz. Sonst blieben die Goldauer im Dorf und fast

überall in den Häusern: „Da hat noch viel Platz bis es uns erreicht.“ Hierin tritt uns der eine grösste Irrtum entgegen: Man meint, die abstürzende Masse bleibe gleich am Fusse des steilen Gehänges liegen! An der Strasse bei Grossweiher ist die Hauptgrenze zwischen Fahrbahn und Ablagerung. Da war der Fuss des Abhanges. Diese Stelle lag ursprünglich bei etwa 490 m und gerade in der Mitte des Stromstriches. Das alte Dorf Goldau lag von hier 1000 bis 1200 m weiter gegen SW und etwa 750 m westlich von der Mittellinie des Trümmerstromes, dazu etwa 30 bis 40 m höher, als der Boden am Fuss der Fahrbahn. Das genügte den unerfahrenen und überlegungslosen Menschen, um sich vollständig gesichert zu fühlen! Man übersieht die Schussenergie, die sich in der Trümmermasse durch Abgleiten um 1000 m Höhe gebildet hat; man übersieht, dass eine so geladene Masse am Bergfuss nicht stille bleiben kann und dass sie auch imstande ist, 100 bis 200 m bergan zu rennen, oder in die Breite auseinander zu fahren, bis sie ausgetobt hat. Kein einziger Dorfbewohner dachte an Flucht, sie sind alle unter dem Trümmerstrom begraben. Der Trümmerstrom breitete sich fächerig gegen SW, S und SE aus und brandete wenigstens 100 m hoch an den Felsen des Rigifusses empor. Der Trümmerstrom ging über die Häuser von Röthen, über ganz Goldau bis Busingen und Lowerz. Verschüttet wurden 457 Menschen, zerstört 111 Wohnhäuser, 2 Kirchen, 220 Scheunen und Ställe mit viel Vieh. Im ausgeschürften Randwulst fand man viele unkenntliche Fetzen von Menschen. Im äussersten Randwulst waren auch einige Menschen gefangen, die man unverletzt — in einem Fall mit einem Beinbruch — retten konnte, und in der äussersten Randregion konnten auch einige in den letzten Sekunden noch entfliehen.

Herr Dettling in Oberbusingen erkannte die Gefahr auch für Busingen, er rettete viele, indem er sie zu sofortiger Flucht in sicherer Richtung aufrief. Er rettete viele Tiere, aber er selbst ist in seinem Haus mit seiner Familie verschüttet worden, zur Rettung von sich und den Seinigen war es zu spät.

Bei richtiger Würdigung der bekannten Vorboten und richtiger Erkenntnis der Erscheinung der grossen Bergstürze überhaupt, hätten sich zwei Tage oder gar noch einen halben Tag vor der Katastrophe leicht alle Menschen in Sicherheit bringen können.

Das klassische Buch von DR. ZAY, aus Arth, aus dem Jahre 1807 ist die Hauptquelle unserer Kenntnis der Vorgänge von Goldau. Am 2. IX. 1920 ist von Herrn Kaplan G. ORT in Goldau ein gutes kleineres Erinnerungsbuch über den Bergsturz herausgegeben worden, auf das hier auch noch verwiesen werden soll, da ZAY nicht mehr erhältlich ist. Martin Ulrich erzählt Goldauer Erlebnisse 1836 (Verlag Z'graggen, Altdorf), manches ist gut ergänzend.

## Die Einstellung der Menschen in Elm vor dem Bergsturz.

(Fig. 17, T Fig. 19 und Fig. 20).

Die vollständigsten und genauesten Auskünfte über die uns jetzt z. T. unbegreifliche Einstellung der Menschen bei herannahendem Bergsturz liefert uns Elm (BUSS und HEIM „Denkschrift“). Dabei liegt es mir ganz ferne, Tadel austeilen zu wollen. Wir wissen nicht, ob wir an gleicher Stelle besser gehandelt hätten, und nach dem Ereignis ist es leicht zu kritisieren. Es gilt aber, die Erfahrungen und Lehren eines solchen Ereignisses zum Wohle der Zukunft nicht in Vergessenheit geraten zu lassen. Es gilt, die Wahrheit festzuhalten, denn nur die Wahrheit ist gut und hilft uns zur Besserung.

Der Bergsturz von Elm ist ganz nur durch die Ausbeute der Schiefertafeln am Abhang des Tschingelberges verursacht worden. Das lag nach dem Ereignis so klar vor Augen, dass selbst von den daran Beteiligten niemals ein Wort für eine entgegenstehende Ansicht gesprochen oder geschrieben worden ist.

Bei uns in der Schweiz bestand ja ausser dem verlassenen Goldbergwerk in Gondo und dem ebenfalls jetzt verlassenen Kohlenbergwerk in Käpfnach (am Zürichsee) kein richtig geführtes Bergwerk, und der Bergwerkbetrieb war etwas allgemein Unbekanntes. Man wusste auch nicht, dass Bergbau eine technische Wissenschaft ist, die man erlernen sollte, bevor man einen Berg in solcher Art angreift. Der „Landesplattenberg“ in Engi-Matt, woschon die Römer Schieferplatten ausgebeutet hatten, wurde auch nicht richtig bergmännisch betrieben, und später war ein Übergang zu richtigem Bergbau nicht mehr befriedigend möglich. Die Hauptsache war Tagebau oder Höhlenabbau ohne Ausbau, Pfeilerbau, und doch entstand dort kein Bergsturz bis 9. und 10. IX. 1926. Die Schichtlage ist freilich dort anders als in Elm.

Dass am Abhänge des Tschingelberges ganz besonders für Schiefertafeln vorzügliche Schiefer vorkommen, wusste man seit den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Zuerst nahm die Gemeinde Engi den Abbau in die Hand, indem sie 1868 das Vorkommen in fünf Abteilungen auf zehn Jahre zur Ausbeute verpachtete. Es wurde in offenem Tagebruch gearbeitet, die Brüche der verschiedenen Konzeptionsinhaber standen in offener Verbindung. Das Schieferlager streicht wie der Abhang E — W und fällt mit ca. 30° bergewärts (südlich). Die Mächtigkeit ist schwankend. Die gefertigte Ware fand reissenden Absatz. In den zehn Jahren sind Hunderttausende von Franken an Arbeitslöhnen und Reinertrag gewonnen worden. Der Hauptabnehmer war die Schreibmaterialienfabrik A. W. Faber in Nürnberg. 1878 übernahm nun die Gemeinde Elm selbst den Plattenbergbetrieb.

Der Zufall brachte es mit sich, dass leider in der Zeit 1875 bis zur Katastrophe kein wirklich Sachverständiger das Gebiet besuchte und auf den Schieferbruch

aufmerksam wurde. Ich selbst hatte einige Jahre früher darauf hingewiesen, dass diese Art Schieferbruch in Engi und Elm sehr gefährlich werden könnte, und auf diese Äusserungen hin sandte dann die Regierung von Glarus Herrn Schieferbruchmeister Wyss zum Studium nach den Rheinischen Schieferbrüchen. Der Elmerbruch war damals noch kaum begonnen. Aber nun war doch ein einigermaßen Sachverständiger im Schieferbergwerkbetrieb im Lande. Man fragte ihn für Elm nicht um Rat.

Man fuhr in Elm wie bisher weiter, kein Stehenlassen von Tragpfeilern oder gar von Bergversatz. Statt den Abraum zu solchem zu verwenden, wurde er einfach ans Gehänge geschüttet und schädigte die unterliegenden Güter. Als einmal die Frage aufgeworfen wurde, ob man nicht unterirdisch ausbeuten sollte, verlangte der Gemeinderat ein Gutachten von einem „Sachverständigen“. Als solcher wurde der damalige Kantonsingenieur gerufen. Er hatte in seinem Leben noch nie ein rechtes Bergwerk gesehen. Der unterirdische Bergbau sei „kostspieliger und gefährlicher“ und man solle wie bisher fortfahren, das war seine Antwort. Von 1868 bis 1878 war der Schieferbruch in dem steilen Felsgehänge gerade unter dem darüber vorragenden Plattenbergkopf schon 150 m lang geworden. In der Mitte entstand eine kleine Rinne, welche 1872 eine Lawine brachte, die im Bruch vier Arbeiter tötete. Der Schieferbruch wurde seitlich gegen E noch weiter ausgedehnt. Von 1879 bis zum Absturz war der offene Schieferbruch in Elm 180 m E — W lang, er griff 65 m hinter die ursprüngliche Oberfläche in den steilen Fels hinein. Eine ganze Reihe von Häusern hätte zeitweise unter dem überhängenden Felsen Raum gefunden. Kein Mensch dachte beim Anblick dieser furchtbaren klaffenden Wunde, die man in den steilen Felsabhang gehauen hatte, an eine Gefahr! Schon 1876 sah man, dass gerade über dem Schieferbruch in 1550 m Meereshöhe eine Abrisspalte entstanden war. Dieselbe verlängerte sich von Jahr zu Jahr beidseitig und bildete im Sommer 1881 einen Halbkreisbogen, als Rand für einen Nischenausbruch von 400 m Durchmesser, der den Plattenbergkopf und den Schieferbruch umfing. Die Spalte war 2 bis 3 m weit und der äussere Boden — also die ganze Plattenbergkopfmasse — war 4 bis 5 m gegenüber dem Abrissrand abgesunken. Diese einheitliche Abrißspalte wurde „der grosse Chlagg“ genannt. Ein Bächlein vom oberen Berge versank im grossen Chlagg und trat etwa 40 m unterhalb des Schieferbruches wieder zu Tage.

In den letzten paar Jahren geschahen erschreckende Dinge. An der unterhöhlten Decke stürzten oft grosse Felsstücke ab; die Unterhöhlungen blieben nie lange ohne Nachbrüche stehen. Die Rückenwand des Schieferbruches rückte gegen N langsam vor. Die Arbeiter keilten Steine in die frisch, oft in der vorangegangenen Nacht, geöffneten Felsspalten ein. An diesen beobachteten sie, dass diese Spalten oft



zuerst ruhig blieben, dann aber sich wieder weiter öffneten. Die Deckenbrüche nahmen deutlich von Jahr zu Jahr zu. Oft wurden dadurch Arbeiter verletzt, auch mehrere getötet. Der niedergestürzte Felschutt wurde einfach an das Gehänge unterhalb des Bruches geräumt und bildete dort Schutthalden. Manche Arbeiter „setzten einen Stolz darein, sich an Frechheit gegenseitig zu überbieten.“ Einmal, da zwei zusammen ein Sprengloch bohrten, sass der Meisselführer auf einem Felsabsatz, das Meisseleisen zwischen den Beinen, den Rücken an der Bergwand. Während der Arbeit war die Bergwand soviel vorgerückt, dass er zwischen Bergwand und Bohreisen eingeklemmt wurde und mit kräftiger Hilfe befreit werden musste.

Täglich wurde im Schieferbruch mit Pulver und mit Dynamit gesprengt. Es gab Tage, an denen bis 50 Sprengladungen abgeschossen wurden. Die Sprenglöcher wurden häufig im tiefsten unterhöhlten Teile des Bruches noch bis zu fünf Fuss Tiefe in die zurückliegende Bergwand hineingetrieben! Und so hat man Jahre lang drauflos unterhöhlt, ohne einen Stützweiler stehen zu lassen oder gar zu bauen.

Der Boden im Walde vom Plattenberg gegen Stäfeli hinauf „blähte“ sich stellenweise hoch auf, er zitterte, wenn im Plattenberg gesprengt wurde. Der Abhang erhielt auf der ganzen Weglänge immer mehr grosse Risse. Am 7. IX. 1881 stürzten vom gelben Kopf (östlicher Rand des Abrisses) häufig grössere Steinmassen in die Liegenschaft Rütliweid hinab. Nicht die Arbeiter im Schieferbruch, welche stets vom Knallen der abstürzenden Blöcke umgeben und gefährdet waren, sondern Beat Rhyner, der Bannwärter und Wirt im Untertal, war der erste, der von Bergsturzgefahr sprach und als erster den Gemeinderat darauf warnend hinwies. Dennoch floh auch er selbst nicht, sondern lief im letzten Moment in den Sturz hinein! Am 7. IX. untersuchte eine Abordnung des Gemeinderates das Gebiet. Am 8. IX. „drückte der Berg im Steinbruch besonders stark“, und Steine rollten von oben über den Abhang hinab. Abends 5 Uhr fand ein Felsabbruch unter heftigem Knall im Schieferbruch selbst statt. Die Schieferbrucharbeiter vermochten kaum zu entfliehen. Im Innern des Berges hörte man knistern und knattern. Das war nun doch endlich genug, um die Arbeiten im Schieferbruch durch gemeinderätlichen Befehl einzustellen. Alle Werkzeuge wurden zur vermeintlichen Sicherheit in die Warenlager im Untertal, auf der Talbodenebene direkt unter dem Schieferbruch gelegen, transportiert. Jetzt betraten die Arbeiter fortan den Plattenberg nicht mehr.

Nun gab der Gemeinderat von Elm dem Regierungsrate durch die Polizeikommission des Kantons Glarus Kenntnis von der „gefähr-

drohenden Lage am Plattenberg“ und stellte an die Behörde das Gesuch um Abordnung eines „Sachverständigen“ zur Prüfung und Beratung.

Aber niemand hatte eine Ahnung, was ein „Sachverständiger“ hier sein sollte. Als solchen bezeichnete man den damaligen Kantonsförster Seeli, der ein guter Förster war, aber noch nie Erscheinungen der Bergstürze studiert hatte, ebensowenig einen richtigen Bergbau oder einen grossen Steinbruchbetrieb. Er nahm an, muss sich also doch auch selbst für kompetent gehalten haben. Am 10. IX. — dem Tage vor der Katastrophe — begingen Kantonsförster Seeli, Kreisförster Marti in Matt, sowie zwei Mitglieder des Gemeinderates Elm, der eine davon der berühmte Bergführer Heinrich Elmer, das Gebiet. Herr Seeli vermutete zuerst als Ursache der Situation Untergraben des Gehänges durch den Tschingelbach und berichtet: „Wir konnten aber keine auffallenden Erscheinungen beobachten, weder an den Ufern, noch an den Waldbeständen am Fusse, die Hauptursache des Übels musste oben im Berge gesucht werden“ (!). Dann beobachteten sie den Durcheinander von gefallenem Bäumen auf dem Gelben Kopf und dem spaltendurchkreuzten Gehänge des Tschingelberges. „Teils um das schöne Holz nicht verloren gehen zu lassen, teils um den Druck des schweren Holzes auf eine allfällige Terrainbewegung soweit möglich zu mildern“ (!), wurde vom Herrn Oberförster, „insofern überhaupt jemand an diese Stellen sich wagt“, gänzliche Entfernung des Holzes angeordnet. An Ort und Stelle hatte der Kreisförster Marti sofort mit aller Bestimmtheit erklärt: Dort hinauf gehe er nicht mehr und schicke auch keine Arbeiter hinauf. Er erwarte einen Bergsturz jeden Tag, und wenn er zu befehlen hätte, liesse er sofort alle Häuser im Untertal räumen und die Bewohner müssten fliehen. Aber er wurde vom Kantonsförster und vom Gemeinderat Heinrich Elmer seiner Angstlichkeit halber fast verspottet, und konnte sich nicht durchsetzen. Der berggewohnteste und kundigste Mann von Elm sah die Gefahr am wenigsten ein! Das noch am gleichen 10. IX., dem Vortag der Katastrophe, abgegebene Gutachten des Kantonsförsters endigt mit folgendem Satz:

„Weder an der Plattenbergwand, noch am übrigen Terrain konnten Veränderungen wahrgenommen werden, die einigermassen auf grosse Gefahr hätten schliessen lassen, wengleich über die Felswand hinunter von Minute zu Minute grössere und kleinere Geröllmassen fielen“ (Seeli).

Dieser Satz ist bezeichnend für die ganze Einstellung der beteiligten Menschen. Sie sahen die gefährlichen, in steter Steigerung be-

findlichen Erscheinungen, und dennoch glaubten sie nicht an grosse Gefahr! Was für Vorboten oder Zeichen verlangten sie noch? Sie durchforschten unten die Bachufer, und gingen beruhigt weiter, als sich dort kein Schaden zeigte; sie wollten oben die Bergköpfe durch Wegnahme des Holzes entlasten. **Aber die entsetzliche klaffende Wunde, die dem Steilgehänge in seiner Mitte durch den wahnsinnigen Betrieb des Schieferbruches beigebracht worden war, blieb unbeachtet!!**

Der Herr Kantonsförster meldete dem Herrn Gemeindepräsidenten: „dass im Verlaufe dieses Jahres im Plattenberg nicht gearbeitet werden „dürfe bis nach der nächstjährigen Schneeschmelze“. Der Herr Gemeindepräsident „war aber darüber sehr erstaunt, die lange verdienstlose „Zeit für 80 bis 100 Arbeiter betonend“. Der sonst so kluge und einsichtige Gemeindepräsident war vor der furchtbaren Erfahrung noch geneigt, ob dem finanziellen Interesse seiner Gemeindegossen die Gefahr zu übersehen.

Am Sonntag, den 11. IX. 1881 wurde beim Gottesdienst in der Kirche Elm das Gepolter der Abstürze störend. Von den Abrissrändern rollten, mit Zwischenpausen von nur  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Stunde, grosse Blöcke, Staubwolken nach sich ziehend, auf den Talboden von Untertal. Diese Erscheinung nahm sichtlich zu. Nachmittags hörte man, auch wenn die Steinschläge schwiegen, ein Tosen im Berge auf grosse Distanz. Was hätte denn der Berg für noch stärkere Sturmglocken anziehen sollen, um die nahe Katastrophe zu verkündigen und zur Flucht zu rufen?

Was taten aber die Menschen? Sonntag nachmittags machten viele Neugierige einen Spaziergang zu ihren Bekannten und Verwandten ins Untertal, um dem Berg zuzusehen!

Es scheint, dass in Elm der einzige Mensch, der die Gefahr frühzeitig richtig empfunden hat, das achtjährige Töchterlein Katharina Disch war. Sie war im Dorf Elm für einige Zeit und folgte der zweimaligen Aufforderung ihrer Mutter, nun wieder zu ihr nach Untertal zu kommen, nicht. Sie „fürchte sich vor dem Steingepolter“. Zur Zeit des Absturzes war sie von Elm noch weiter talaufwärts (westlich) geflohen. Sie einzig ist am Leben geblieben von ihrer Familie, die neun andern sind verschüttet.

**Tiere** sind für die Vorzeichen oft empfindlicher, als die Menschen. Es mag das daher kommen, dass sie mit dem Erdboden mehr in Verbindung sind als wir. Der viel feinhörigere Hund liegt mit dem Ohr unmittelbar auf dem Boden, während uns Gebäude, Bettstatt, Matratze und Kissen davon trennen. Noch massgebender scheint mir zu sein, dass das Tier einem unangenehmen ungewöhnlichen Gefühle sofort ehrlich glaubt und gehorcht, während der stumpfere und kompliziertere Mensch weniger spürt und stets Ausrededgedanken bereit hat, um sich selbst zu beschwichtigen. Das Tier gehorcht sich selbst

sofort. Aus Elm wurde bezeugt, dass zahlreiche herrenlos gewordene Katzen und Hühner einige Tage nach dem Sturz den Rand des Schutthaufens absuchten. Sie fanden ihre Heimathäuser nicht wieder. Gleiches tat ein Hündchen in Goldau. Um nachher die verschüttete Heimat zu suchen, mussten sie merkwürdigerweise rechtzeitig der Katastrophe entflohen sein. Eine Kuh des Matthias Rhyner im Aeschen weidete zwischen Aeschen und der Untertalstrasse. „Einige Zeit nachdem der erste Vorsturz niedergefahren war, erhob sie ein markdurchdringendes Gebrüll, und rannte mit aufgerichtetem Schwanz in gerader Linie ohne Unterbrechung dem nördlichen Bergabhang zu“. (Ganz richtig quer zur Schussrichtung des kommenden Stromes!) Kaum war sie hoch genug am Abhang, „so brauste die Steinwolke heran, bedeckte die Wiese, auf der sie eben noch gegrast hatte, ihren Stall und das Haus des Besitzers. Sie war gerettet, die Hausbewohner, sechs an Zahl, liegen unter den Trümmern, ebenso M. Rhyner selbst, der neben der Kuh stand, aber ihrem Beispiel nicht folgte, sondern an den Berg hinauf schaute. Tiere haben richtig empfunden und sind geflohen, die Menschen verhielten sich im allgemeinen „stumpfsinniger als das Vieh.“

#### **Das Benehmen der Menschen während des Sturzes.**

Die erste grosse Steinlawine vom östlichen Rande des Abrissgebietes in Elm fand Sonntag abends 5<sup>15</sup> statt. Sie zerstörte ein Haus und die Schiefermagazine. 17 Minuten später kam die grössere aus der Westflanke. Sie verschüttete 10 bis 13 Menschen. Weitere 4 Minuten später erfolgte der Hauptsturz, der das grosse Zerstörungswerk vollbrachte.

Vollständiges Unverständnis gegenüber dem bevorstehenden Unglück beherrschte die Menschen. Ich muss mich hier damit begnügen, nur einige bezeichnende Dinge zu nennen und verweise wiederum auf die „Denkschrift“, die eine Masse von Einzelheiten nachweist.

Im Untertal sassen die Leute mit ihren Sonntagsgästen auf Bänken vor den Häusern in der direkten Schusslinie des zu erwartenden Bergsturzes, und schauten den stürzenden Blöcken entgegen. „Da ist noch viel Platz zwischen dem Berg und uns“, meinte einer der Zuschauer! — Wiederum die alte Meinung, ein Bergsturz könne gleich am Fusse des Steilgehanges stille stehen. Als die erste Steinlawine gefallen war, gingen die meisten in die nächsten Häuser um geschützt zu sein. An eine Flucht dachten sie noch nicht! Ein Hausbesitzer dort im Untertal ging ins Haus, um durch Schliessen der Fensterladen die Scheiben zu schützen. Ein anderer rief den Knaben zu, sie sollten am besten in den Keller gehen, um von dem Stein-

spritzen geschützt zu sein. Einige der Buben zogen glücklicherweise vor, nach Elm-Dorf zu flüchten. Endlich dachten einzelne an Retten, aber ohne Eile. Ein Schlitten wurde eingerichtet für eine kranke Frau. Ein Bauer holte seine Kuh aus ihrem Stall und führte sie gemächlich nach einem benachbarten anderen Stall, dessen Lage er für sicherer hielt.

Erst nach dem zweiten Vorsturz erfolgte Wehegeschrei und allgemeine eilige Flucht. Aber diese Flucht ging in falscher Richtung und nicht weit genug. Sie ging gerade in der Schussrichtung des Felssturzes S→N 30 bis 50 m hoch das Gehänge des dem Plattenberg gegenüber liegenden Düniberges hinauf. Dort standen dann die Mehrzahl der Fliehenden still und schauten zurück. Sie hatten alle keine Vorstellung von der Schussrichtung einer Bergsturzbewegung, vom Aufbranden einer 500 m hoch herabgestürzten Felsmasse am gegenüberliegenden Abhang, von der ganzen Art der Bewegung! Der Steinhagel aus dem oberen Teil des Luft-Sprunges der Felsmasse ab der Schieferbruchterrasse schlug zum Teil die an den Abhang vom Düniberg Geflüchteten zusammen. Kaum einige Sekunden später, oder schon gleichzeitig, schoss die Brandungswelle des ganzen Trümmerstromes aus dem Untertalboden hinauf an den Düniberg, wenigstens 100 m hoch. Dort, etwa halbe Höhe zwischen Talboden und Düniberg, wurden wohl 50 bis 60 Menschen getötet. Sie hatten den Fehler begangen, in der Schussrichtung des Bergsturzes zu fliehen, und sie hatten alle keine Ahnung von dem Phänomen der Aufbrandung. Wären sie seitlich gegen Osten in die Tschingelschlucht, nach Gehren und gegen den Raminerbach geflohen, so hätten sie alle sich sicher gerettet. (Vergl. T Fig. 19 und Fig. 20.)

Zwei bis drei Minuten vorher lief eine Elite von 24 der besten Männer aus Dorf Elm, in der edlen Absicht zu retten und zu helfen, vom Dorf Elm nach dem Untertal. Unterwegs schoss ihnen der grosse, vom Düniberg links abgelenkte Trümmerstrom direkt entgegen. Die vordersten wurden an der Rettungsarbeit im Untertal erreicht, die hinteren zwischen Sernftbrücke und Untertal. Manche derselben sahen plötzlich den Einsturz der ganzen Felswand, erkannten wohl die Nutzlosigkeit ihrer Absicht, und kehrten um, manche wurden vom flachen unteren Teil des Trümmerstromes eingeholt und erfasst. In rein objektiver Betrachtung sind auch diese tapferen Männer einem Irrtum erlegen. Als sie die Vorstürze aus der Ferne gesehen und etwas Stillstand folgte, waren sie unwillkürlich der Meinung, der Bergsturz sei nun fertig gefallen, und kamen nicht zu der

Beobachtung und Einsicht: Jetzt steht der Hauptteil des Berges, der Plattenbergkopf, mitten zwischen den geschehenen Ausbrüchen herausgeschält da, untergraben vom Schieferbruch und oben getrennt durch den grossen Chlagg, und dieser Hauptteil muss erst noch fallen. Das wird der grösste Sturz sein, und das wird nach wenigen Minuten stattfinden müssen. Vom Dorf Elm aus war diese Sachlage nicht so gut zu beurteilen, aber sehr gut schon vom Unterdorf Elm und besonders gleich beim Überschreiten der Sernftbrücke und auf der Untertalstrasse. Noch 1 oder 2 Minuten nach dem zweiten Vorsturz hätte man von der Untertalstrasse aus — am besten gegen W in den Tschingelboden — sich zu retten vermocht. Niemand hat so getan.

Herr Pfarrer Buss konnte ferner aus den Aussagen der Zeugen feststellen, dass auch noch 6 Frauen und Mädchen, durch ihre Hilfeleistungen für andere veranlasst, ihren Untergang erlitten haben, und von noch 6 weiteren Männern ist dies sehr wahrscheinlich. Viel Liebe, Edelmut und Pflichtgefühl traten in Wirkung.

Dass jemals ein Bergsturz vom Plattenberg her noch das Unterdorf Mäli mit den neuen Häusern an der Landstrasse verwüsten werde, war allerdings für die Bewohner nicht vor auszusehen. Dass diese an eine Flucht nicht dachten, bis sie den Trümmerstrom direkt auf sich zu rasen sahen, ist sehr begreiflich. Dass das Abprallen am Düniberg den Trümmerstrom so stark nach links und so weit werfe, hätten auch wir nicht voraussagen können.

Die Tatsache, dass so viele in den Tod liefen, weil sie nach dem ersten oder nach dem zweiten Vorsturz nochmals in die Häuser zurückliefen, um noch einen Menschen oder eine Sache zu retten, sowie alle diejenigen, die, um beim Retten zu helfen, vom Dorfe aus herbeieilten, weist uns auf den besonderen Fehler: Wenn ein Bergsturz im Gange ist, so sollen die Fliehenden und die noch nicht Bedrohten nicht hinzulaufen, bevor sie sicher sein können, dass der Bergsturz **sich fertig vollzogen hat**. Nach den beiden Vorstürzen in Elm hätte jeder Denkende sofort erkennen können, dass nun die Hauptmasse ganz gelöst, aber noch nicht gestürzt ist, also erst noch stürzen wird, bevor man wieder hinzutreten darf. Zugegeben: Es war edler, an sich selbst nicht denkender Trieb der Menschenliebe, dass sie in diesem Momente hinzuliefen — aber es war eben doch ein Fehler, ein nicht richtig geleiteter, etwas blinder und niemandem nützlicher edler Eifer. Er ist besonders dadurch erklärlich, dass eben fast noch gar niemand an eine grössere Gefahr dachte.

Bemerkenswert scheint mir die Tatsache, dass die bewusst rechtzeitig Fliehenden ausser den Tieren unseres Wissens nur noch wenige Kinder waren: die 8jährige Katharina Disch und dann die Knaben,

im ganzen 5, welche dem 11jährigen Fridolin Rhyner folgten, und die Dorfstrasse noch erreichten.

Im ganzen betrachtet, macht mir das Benehmen der grossen Mehrzahl der Menschen vor dem Bergsturz den Eindruck einer Art psychischer Infektion oder Hypnose. Man wehrt sich gegen die Angst und redet sie sich aus. Die Ängstlichen werden verspottet. Man zwingt sich die Einsicht in die Bedeutung der Vorzeichen weg, und wiegt sich in eine Verneinung der Gefahr ein. Die stumpfsinnige Einstellung sickert durch die ganze Bevölkerung. Die Fanatiker dieser „Vogel-Strauss-Taktik“ erlauben sich die grössten Verstellungen an der Wahrheit. Sie können darauf rechnen, dass man das Angenehmere viel eher glaubt als das Gefürchtete. Diese Einstellung kennt man aus Plurs, wo man sogar Boten der Gefahr prügelte, sie bestand in milderer Formen in Goldau, in Elm bis in den „Sachverständigen von Amts wegen“, und sie hat sich zur Zeit bereits stark eingenistet in Linthal. Dort stehen sich zwei Parteien gegenüber. Die eine hält sich an die Resultate der Beobachtenden und die Resultate der regelmässigen Messungen. Die andere leugnet einfach die Bergsturzgefahr, setzt den Beobachtungen und den Organisationen von Wachtdienst, Signaldienst und dergleichen Hindernisse und Widerwärtigkeiten in den Weg. Diese Partei sucht nicht die Wahrheit, sondern deren Vertuschung und ihren Geldvorteil. Sind sich diese Leute dessen bewusst, dass sie dadurch sich vielleicht schuldig machen am Tode von Hunderten?

### Der Tod durch den Bergsturz.

Einige Notizen über das Ende der Verunglückten mögen folgen. Wieder sind es Goldau und besonders Elm, die uns Auskunft geben.

Auch Elm hat die Erfahrung bestätigt, dass ein grosser Bergsturz nicht verwundet, sondern entweder heil entfliehen lässt, oder, was ihm zu nahe gekommen ist, blitzschnell zerquetscht, zermalmt, zerfetzt hat. Einzelne hat er sogar vor sich selbst gerettet, indem er sie wegblies und unversehrt ausserhalb der Felstrümmer absetzte. Das Bewusstsein hatten sie dabei verloren, Schmerz hatten sie nicht erlitten. Die Ursache für das Fehlen von Verwundeten bei den grossen Bergstürzen im Gegensatz zu den Steinlawinen liegt darin, dass eben das Phänomen des Trümmerströmens die Felstrümmer beisammen hält und keine randliche Zerstreung zulässt.

In Elm sind in der Randregion des Trümmerstromes, besonders am Düniberg und bei Elm Unterdorf (Müsli), teils suchend, teils zufällig bei Ausgrabungen für Flussweg oder Strasse etc., die Reste von etwa 24 Leichen ausgegraben worden. Sie waren ausgeschürft, alle nicht direkt erkenntlich, zermalmt, zerhackt, zerrieben, die einen ohne Kopf; andere ohne Glieder, oder man fand nur vereinzelt Glieder. Diese Zertrümmerung ist sehr begreiflich, denn der weiche Menschenkörper ist

von einer ungeheuren Steinmühle von 5 bis 40 m Dicke, bestehend aus lauter scharfkantigen unter enormer Belastung sich ungleich schnell drehender Felsblöcke ergriffen worden. Die amtlichen Personalbestimmungen konnten meistens nur durch Kleidungsstücke, Ringe, Uhr, oder bezeichnenden Schuhflickling, Strumpfband, Wäschezeichen, Schlüssel, Taschenmesser und dergleichen erreicht werden. Auf dem höchsten Schutthügel über Untertal lag ein abgetrennter, gequetschter und unerkennlicher Kopf. Viele Fetzen von Fleisch mit Knochen splintern, eingeknetet in Felstrümmer und Staub, waren ebenfalls persönlich unbestimmbar. Ein zerschmetterter Mann ohne Beine, den Oberkopf wie abgesägt, in den Armen ein kleines Kindlein krampfhaft festhaltend, war Joh. Casp. Zentner.

Manche vom Steinwurf oder vom Trümmerstrom Erreichte sah man sofort lautlos stürzen und überdeckt werden. Andere wurden von einem Luftwirbel ergriffen in die Luft gehoben und dann in den Schuttstrom fallen gelassen, der sie einwickelte und zermalmte. Ein einziger Toter lag ganz untief im Schuttstrom in der Nähe der Sernftbrücke. Man sah erst nur einen Schuh zwischen den Steinen; dann wurde nachgegraben, wobei die einzige ganze, zusammenhängende Leiche, der Kopf aber zerquetscht, zum Vorschein kam, das war einer von denen, die zuerst in die Luft gerissen und dann wieder fallen gelassen worden sind (Adam Hauser, Bauer, 65 Jahre). Viele vom Trümmerstrom Ergriffene sind weit geschürft, aber dabei auch vollständig zerrieben worden. Erkennbare Gegenstände, die von im Untertal oder Alpegli verschütteten Menschen getragen worden sind, sind in der Nähe von Aeschen oder Müsli bei Schuttgrabungen gefunden worden.

Es ist wohl sicher, dass der Tod bei allen ein rascher war. Zu Besinnung oder Schmerz war gar keine Zeit. Die meisten werden sofort bewusstlos geworden sein, und in einer halben Sekunde waren sie schon eingewickelt und zerrieben wie ein Insekt, auf das wir treten und mit dem Schuh schleifen. Die grosse Mehrzahl der Opfer wurden im Freien getötet. Auch bei denen, die in Häusern waren, ging es sicher sehr schnell. In wenigen Sekunden war das Haus zusammengequetscht samt seinem Inhalt und alles in die Steinmühle hineingewalzt.

Dem Bergsturz von Elm sind zum Opfer gefallen 68 männliche und 48 weibliche Personen, davon waren 79 Erwachsene und 37 Kinder. 11 Familien sind ganz verschwunden, 5 Familien sind vollständig ausgestorben, 38 Kinder sind zu Waisen, 31 Frauen zu Witwen geworden. Ein einziger — ein Greis aus dem Aeschen — ist durch den Zusammenbruch des eben noch gestreiften Hauses nur verwundet,



aber nicht getötet worden. Die Ärzte, die, versehen mit Verbandhilfsmitteln, schon am 3. September nach Elm eilten, fanden keine Patienten vor. Dieser einzige Verletzte ist dann bald gestorben, und muss also zu den Opfern des Bergsturzes gerechnet werden. Deren Zahl ist 116.

Eine grosse Gedenktafel an der einen Wand der Kirche Elm gibt kurze Auskunft über die ganze Katastrophe und führt die sämtlichen Verunglückten mit Namen auf.

### Es muss anders werden.

Von manchen Bergstürzen besitzen wir möglichst vollkommen ausgearbeitete Schadenregister. Sie berichten über den Schaden an Kulturland, an Gebäuden, an Haustieren, und rechnen ihn zusammen, umgesetzt in übliche Geldwerte.

Das Menschenleben aber lässt sich nicht wie Aktien quotieren. Zwar waren Gerichte schon oft in der Zwangslage, die fahrlässige Tötung eines Menschen den Hinterlassenen durch eine Summe „entschädigen“ zu lassen. Ich erinnere mich solcher Fälle, wo das Gericht den Menschen auf bloss 2000 Fr., wo es auf 20,000, auf 100,000 und mehr quotierte. Es besteht aber eine berechtigte allgemeine Scheu, den Menschen banktechnisch einzuschätzen. Das Empfinden geht allgemein dahin, dass es sich im Menschenleben doch um inkommensurable höhere Werte einer anderen Art, mit Goldwert nicht, oder nur von einem einseitigen Gesichtspunkt aus zu beurteilen, handelt. Diese Einstellung zeigt sich bei jedem Unglücksbericht. Man berechnet z. B. erst den „Sachschaden“ und fügt bei: „Glücklicherweise sind keine Menschenleben zu beklagen.“ Jedes Menschenleben ist eben das Resultat einer ungeheuren Entwicklungs- und Vererbungsfolge, mit der wir alle verknüpft sind. Es hat sich aufgebaut auf Jahrmillionen der Vergangenheit! Diese Vergangenheit wirkt in ihm fort.

So ist denn auch der ernsteste und wichtigste Teil der Abwehr eines Bergsturzungsunglückes der

### Schutz des Menschenlebens.

Tausende von Menschenleben sind von Bergstürzen begraben worden. In der Schweiz allein waren es in unserem Jahrtausend über 5000. Überall, wenn wir die Geschehnisse sorgfältig nachprüfen, stellt sich heraus, dass dies sich so ereignet hat aus Mangel an Voraussicht, an Verständnis und aus stumpfsinniger Fahrlässigkeit, und dass es **nicht so zu sein brauchte!** Bergstürze erscheinen niemals plötzlich, eine Menge von Vorboten kündigen sie an. Die Menschen

haben diese Vorboten bemerkt, aber nicht gewürdigt, und sind nach eigenem Verstand und Unverstand dem Tode in die Arme gelaufen. Über 95% derselben hätten reichlich Zeit gehabt, zu fliehen schon Wochen vorher, Tage vorher, schliesslich Minuten vorher. Es ist unsere Pflicht, dafür zu sorgen, dass dies anders wird. Es darf ein Plurs, ein Goldau, ein Elm sich nicht mehr wiederholen!

Bei langsamen Bewegungen haben schon oft die Behörden organisierend und schützend eingegriffen. Bei katastrophalen kamen sie meistens wegen Nichtwürdigung der Vorboten durch die Bewohner des Gebietes zu spät. Die ersten Fälle, wo das Ausreifen eines Bergsturzes mit den besten Mitteln der Vermessungskunst verfolgt worden ist, sind Engi-Matt im Sernftal und Arbino. Linthal-Kilchenstock steht in voller Beobachtung. Die Regierung von Glarus erachtet es als ihre Pflicht, alle möglichen Maßnahmen zur Rettung der Menschenleben aus der drohenden Gefahr zu treffen und wird wohl hierin das erste grosse Beispiel in der Geschichte der Bergstürze liefern. Wie vollkommen der Erfolg sein wird, können wir noch nicht wissen.

### Die Mittel zum Schutz.

In der Zeitschrift „Der Sammler, ein gemeinnütziges Archiv für Bünden“, Chur 1807, finden wir unter dem Titel „Etwas über Bergstürze, Bergfälle, Erdstürze, Schlipfe und Erdsinken“ (auf S. 3 bis 30) eine bemerkenswerte Arbeit von Herrn Bürgermeister J. B. von TSCHARNER in Mayenfeld. TSCHARNER setzt an die Spitze seiner Betrachtungen den Gedanken: „Die Klugheit erfordert, aus Unglücksfällen Lehren für sich selbst, für sein Vaterland und für die Menschheit zu ziehen. — Man beweint, man unterstützt, aber erforscht man auch die zukünftigen Gefahren? sucht man diesen zu wehren?“ TSCHARNER will nun, dass die Behörden intelligente, dafür passende Männer alle Gebiete im Gebirge untersuchen lassen auf Rutschungs-, auf Abbruchsfahren und dass, wo Verdacht am Platz sei, auch eine fortlaufende Kontrolle organisiert werde. Er gibt in 22 Punkten eine Instruktion für diese Abgeordneten. Er plant „Rettungsanstalten“, Kassen, Hilfseinrichtungen. Seine Beobachtungen über Schlipfe und Bergstürze — besonders im Gebiete von Jenins und Chur — und seine Instruktion für die Abzuordnenden sind fast durchweg sehr gut. Keine Frage: Wenn man seinen Räten gefolgt hätte, so wäre manches Unglück vermieden worden. Ob Behörden auf seine Vorschläge eingegangen seien? Ich habe nie etwas solches vernommen und ich kann

mich des Eindruckes nicht erwehren, dass daran teilweise Schuld ist, dass TSCHARNER gleich auf einmal zuviel von den Behörden verlangt hat. TSCHARNERS Aufsatz über die Bergstürze ist die erste sachliche allgemeine Abhandlung über diesen Gegenstand, die mir bekannt geworden ist, und sie ist die einzige geblieben bis zu A. BALTZERS Aufsatz im Jahrbuch des S. A. C. 1875.

An Einzelarbeiten, die einzelnen Ereignissen gewidmet sind, fehlt es nicht. Manche sind von weiter reichender Bedeutung. An manche derselben knüpfen sich auch Ausprüche über Abwehr von Gefahren. Ich bin nicht imstande, eine solche ganze Literatur zu bewältigen und ihrem Werte nach zu berücksichtigen und zu benützen, weil ich stets an weit untermittelmässigem Gedächtnis litt, und das ist durch das Alter nicht besser, wohl aber schlimmer geworden.

Aus unseren vorangegangenen Betrachtungen lässt sich leicht ableiten, welche Verfahren zum Ziele der Rettung wenigstens der Menschenleben führen können. Ich stelle mir das Vorgehen ungefähr wie folgt vor:

1. Wenn irgendwo Verdacht entsteht durch Risse im Boden, Andeutung von Bewegungen, Steinschläge, ist vor allem der Fall einem Geologen zur genauen Untersuchung zuzuweisen. — (Wohlverstanden einem Geologen, der Bergstürze schon eingehend studiert hat. Es gibt heute noch viele Geologen, die diese Spezialität noch nicht kennen.) Der Geologe wird das ganze Gebiet begehen. Er kann erkennen, ob es sich nur um oberflächliche, oder ob es sich um tiefgründige Bewegungen, um Schuttbewegungen oder Felsbewegungen, um Entstehung von Schleichstrom oder Schußstrom, um schon weitgediehene Vorbereitung, oder erst Anfänge oder gar schon vollendete Bewegungen handelt. Er wird das Volumen des Bewegten schätzen und den Typus feststellen. Er wird die Ätiologie (Erkenntnis der Ursachen), die Diagnose (Erkenntnis der Art), die Prognose (Erkenntnis des wahrscheinlichen Verlaufes und Ausganges der Krankheit des Berges) für den betreffenden Fall feststellen. Er wird in ernsten, schweren Fällen, gerade so wie der Arzt am Krankenbette, auf die Schwierigkeit stossen, die richtige Mitte zwischen zu leichter oder zu schwerer Auffassung, zwischen Leichtfertigkeit oder Mutlosigkeit und Verzweiflung für die Beteiligten zu treffen.

In der Regel wird es sich empfehlen, die Untersuchung und Begutachtung des Geologen von amtlicher Stelle aus zu veranlassen.

2. Die Therapie, die Heilung des Berges durch künstliche Eingriffe, ist ebenfalls Sache des Geologen. Sie baut auf der Ätiologie auf. Es ist zu prüfen, ob eine Therapie überhaupt möglich ist, und wenn ja: welche? Da treffen wir auf die grosse Mannigfaltigkeit der

Fälle. Jedes Eingreifen muss auf Kenntnis der Eigenart des Falles aufbauen. Es gibt da keine Mittel, die auf alle Fälle angewendet werden können. Es gibt sehr viele sich vorbereitende Bergstürze, an denen jeder Eingriff nutzlos oder gar schädlich sein würde (z. B. Kilchenstock Linthal).

Die Quacksalberei, die auch auf diesem Gebiete gedeiht und sich mit allerlei Räten in den Zeitungen ausspricht, beruht meistens auf totaler Unkenntnis der tatsächlichen Verhältnisse des Falles. Da wird Absprengen empfohlen, wo das Absprengen schon wegen der Gefahr für die Arbeiter unmöglich ist, wo die Zeit, um die drohende Felsmasse abzusprengen, weit mehr als ein Jahr sein, und die Kosten in viele Millionen gehen würden. Wenn dann der Bergsturz während der Absprengung fiel, würde gerade das Absprengen als die böse Ursache angeklagt werden, die man selbst heraufbeschworen habe. Es werden Entwässerungsarbeiten empfohlen, auch in Fällen wo gar nichts zu entwässern ist, oder nicht entwässert werden kann. Wenn die Durchnässung nicht zuläuft, sondern nur von den Niederschlägen im Abrissgebiet herrührt, so müsste man einen Regenschirm über das ganze Abrissgebiet von 1 km<sup>2</sup> ausspannen können. Ganz lächerliche Mittel werden da empfohlen, ähnlich wie es in der Behandlung der kranken Menschen so oft von Nichtärzten geschieht. Allgemein kann nur gesagt werden, dass bei drohenden grossen Schuttströmen, bei Schleichströmen überhaupt, Entwässerung das allgemein richtige Mittel ist. Aber das wie entwässern, wie unterstützen bedarf, immer erst genauer Untersuchung des Falles. Und noch bei manchen Bewegungen, die nicht Schuttrutschungen sind (Felsrutschungen, Schleichströmen), ist Entwässerung ein Heilmittel. Am einen Orte wäre die Entwässerung gut durchzuführen (Brienz-Graubünden, St. Moritz, „Campo Valle Maggia“), am andern ist sie nicht einzurichten (Sörenberg). Diese Andeutungen über die Therapie der Bergstürze sollen nur zeigen, dass die Sache nicht einfach ist, und es keine allgemein anwendbaren Rezepte gibt, sondern dass es sich auch da um eine gründliche Untersuchung und Anpassung an die Eigentümlichkeiten des Spezialfalles handelt, die der Geologe meistens beurteilen kann, die aber dem Nichtfachmann unmöglich ist. Und auch dem Geologen ist zu seiner Prüfungsarbeit das natürliche Talent zur Erfassung und Beurteilung zu wünschen.

3. Herstellung der Karte in grossem Maßstabe, Feststellung eines Punktnetzes im Abrissgebiet, anschliessend an Punkte in der festen Umgebung, und ständig periodisch zu messende Kontrolle desselben zur genauen Bestimmung des Betrages und der räumlichen Bewegungs-Richtung der Netzpunkte in bestimmten Zeitzwischenräumen. Daraus wird sich ergeben, ob die Bewegung im Sammelgebiet abnimmt oder zunimmt, vielleicht bedrohend rasch. Ferner, ob die ganze Abrissmasse sich einheitlich bewegt, oder ob man hoffen kann, dass sie in verschiedene Stücke geteilt abstürzen wird. Weiter wird sich aus den Bewegungsmessungen und aus der kartographischen Aufnahme die wahrscheinliche Bahn des Sturzes und seines Trümmerstromes und dessen Wurfweite ergeben. Man wird die Fluchtrichtungen für die Bewohner der einzelnen

Gebiete im voraus anweisen können. Es ist überdies zu hoffen, dass auf Grundlage solcher Vermessungen neue Erkenntnisse sich ergeben, die für die Zukunft bedeutend werden.

Die stets nächste aber auch heikelste Frage ist: Wann kommt der Absturz? In den Alpen gewiss nicht im Januar, Februar oder März. Gewiss wird eine bedeutende Bewegungszunahme vorangehen. Die Vermessung wird zeigen, ob die Bewegung im ganzen wieder zum Stillstand neigt. Steigert sie ihre Geschwindigkeit von einem Jahre zum folgenden wie am Kilchenstock, so wird der Absturz wohl sicher eintreten müssen. Eine weitsichtige Voraussage wird meistens nicht möglich sein. Eine kurzsichtige auf wenige Tage oder Wochen ermöglichen die „Vorboten“.

4. Es ist ein Beobachtungsdienst zu organisieren. Derselbe gilt besonders den Vorboten des Absturzes, wie sie sich sehr stark mehren und verstärken in den letzten paar Wochen, wie sie besonders zunehmen in der letzten Woche, in den letzten 2 bis 3 Tagen und gar in den letzten paar Stunden! Das Zunehmen dieser Vorboten, bestehend in Steinschlägen, Öffnen der Spalten, Knarren im Felsen, Felslawinen vom Maße der Vorstürze ist durch einen Signaldienst, der auch nachts seine Sache leisten kann, kundzugeben. Angabe der Gefahrzonen und der Fluchtrichtungen liegt schon in Nr. 3. Evakuierung einzelner Quartiere, eventuell Empfehlung von ganzem Verlassen gewisser Gebiete.

5. Mit dem Niedergang des Bergsturzes ist die Arbeit des Geologen noch nicht abgeschlossen. Jetzt erst ist zu untersuchen, ob er sich vollständig vollzogen hat, oder ob noch unerledigte, drohende Reste geblieben sind. Überhaupt stellt sich die Frage, ob durch den erfolgten Bergsturz hier für absehbare Zeit die Gefahr erledigt und beseitigt ist, oder ob hier Wiederholungen, Nachfolger, zu erwarten sein werden, und in welchem Umfange und Annäherung sie bevorstehen. Ob eine Gegend, die früher von Bergstürzen gestört worden ist, nun überhaupt zu meiden sei, darf nicht behauptet werden. Vielleicht ist sie jetzt gesäubert, vielleicht steht sie erst im Anfange einer Bergsturzperiode. Auch hierin kann der Geologe nicht auf Grund von schematischen Regeln antworten. Er muss den neuen Zustand des Berges allseitig untersuchen, um zu einer gut begründeten Einsicht in die Zukunft zu kommen. Das kann nicht ein Förster, ein Ingenieur tun. Das kann nur ein begabter und erfahrener Geologe leisten, weil nur er imstande sein wird, die unendlichen Mannigfaltigkeiten im Gesteinsaufbau und Gesteinszustande und ihr Verhalten zu der neuen Gestaltung zu beurteilen.

Solche Organisationen nach 1 bis 5 werden die Behörden, angepasst an das Spezialgebiet, leicht machen können. — Sie sollen es schon frühzeitig einrichten. Gute Wachtposten sind wichtig, Belehrung der Bevölkerung ist notwendig.

\*

An Stelle des bisherigen, stumpfsinnigen Zusehens, Sichausredens und Verneinens der Gefahr, wollen wir eine richtige Beobachtung und Einsicht schaffen. Wir wollen ins Zeitalter der Erkenntnis treten auch mit unserem Benehmen gegenüber den Bergstürzen. Wenn wir im Gebirge leben wollen oder leben müssen, so müssen wir uns auch mit seinen Gefahren abfinden. Wir haben im Gebirge herrliche Vorteile, die dem Bewohner der Ebene fehlen. Aber der allgewaltigen Natur können wir nur in geringem Masse entgegenreten. Ihren rücksichtslosen Missetaten am Menschenleben sollen wir, so weit möglich, aus dem Wege gehen. Flucht, rechtzeitige Flucht vor solchen Naturereignissen, ist keine Feigheit. Ihnen Trotz zu bieten, wäre Stumpfsinn oder Wahnsinn. Fliehe man zur rechten Zeit, in rechter Richtung und lieber 100 Schritte zu weit, als einen Schritt zu wenig, einige Tage oder auch Wochen zu früh als einige Minuten zu spät! Der Bergsturz ist ja klein im Verhältnis zum Berge und verschwindend im Verhältnis zur Erde. Er vernichte aber in Zukunft nicht mehr Dinge höherer Ordnung, wenn sie auch noch so klein sind — nicht mehr Menschenleben! Dies zu sichern ist möglich und wird uns gelingen. Die Gegenwart strebt es an, die Zukunft soll es erreichen!

### Nachtrag zu Kilchenstock.

(Seite 197, Mitte.)

Am Kilchenstock haben sich seit Eingabe des Manuskriptes zur obigen Darstellung weitere Dinge ereignet. Es sei hierüber kurz berichtet:

Als vortreffliche Beobachter am Kilchenstock haben sich schon seit längerer Zeit die Herren Pfarrer FR. FREY in Linthal und DR. G. FREULER in Ennenda betätigt. Sie besuchen sehr oft, manchmal gemeinsam, den Kilchenstock und kontrollieren das Rutschgebiet eingehend, während Prof. STAUB nur selten hingehen kann und mir leider eine solche Begehung nicht mehr möglich ist. Herr Pfarrer FREY,

hat dabei eine grosse Anzahl wertvoller Photographien aufgenommen. Eine Fliegeraufnahme meines Sohnes erleichterte mir die Felszeichnung in Fig. 37 T.

Die Vermessungen sind ergänzt worden durch Einsetzen einer zweiten Horizontallatte neben dem Vermessungspunkt O, an welcher ebenfalls, wie an derjenigen von M, von der Hütte Zugegg aus die Horizontalbewegung direkt abgelesen werden kann, besorgt durch den Beobachter und Wächter R. Zweifel. O ist der oberste, M der unterste dafür geeignete Messpunkt innerhalb der unteren bewegten Hälfte des Abrissgebietes, Horizontalabstand von M zu O ca. 60 m.

Alle Beobachtungen aus den Monaten VIII und IX beweisen, dass der untere Teil des Rutschgebietes, der Bergklotz M-E-O sich einheitlich bewegt. Die Risse innerhalb desselben ändern sich schon lange nicht mehr, während der bogenförmige Abrissrand über demselben sich beschleunigt erweitert. Anfang IX war die Öffnung dieser Abrißspalte in Raumdistanz bereits 10 m. In allen seinen messbaren Punkten bewegt sich der M-E-O-Gebirgstheil nun schon seit 2 Monaten mit 20 bis 25 mm horizontal per Tag in Richtung WNW. Alle Punkte der oberen Hälfte wandern viel langsamer, gerichtet gegen NNW, einige 1 bis 3 mm im Tage, oder sie stehen ganz still. Der Bewegungsunterschied vom unteren und oberen Teil hat sich vergrössert.

Im Verlaufe dieses Sommers hat die Bewegung der unteren Hälfte stark zugenommen. Vorher beobachtete Bewegungen sind mehrfach übertroffen. Schon unsere Figur T 37 zeigt dies deutlich, sehr deutlich auch die folgende kleine Zusammenstellung berechneter Monatsmittel des Sommerhalbjahres in Millimetern.

Mittlere räumliche Monatsbewegung im Sommer  
Oberer Teil des Rutschgebietes:

Punkte:	Jahre:				
	1928	1929	1930	1931	1932
B	24	20	23	32	
F	19	14	13	23	
G	28	28	32	41	
L	21	14	18	31	

Unterer Teil des Rutschgebietes:

	1928	1929	1930	1931	1932
C	29	29	77	179	VIII u. IX:
E	49	59	139	236	
M	36	40	80	184	} horizontal: 700 räumlich: 850! X: 1500!
O	—	58	127	294	
P	—	58	120	256	

Die rasche Zunahme der Bewegungen wie sie jetzt herrscht, setzte Mitte Juli 1932 am auffallendsten ein. Gleichzeitig fielen Steine besonders aus der Felswand am Punkte E. Steinschläge zeigten sich reichlich (Notizen von Hrn. Pfr. FREY) im Monat V am: 17., 18., 19., 22., 23., 24., 25.; im VI. am: 7., 8., 21. (zahlreich), 22., 25., 26., 29. und im VII. am: 2., 5. (gross und zahlreich), 6., 7., 8., 9., 10., 14. In den letzten Wochen VII. und der ersten Hälfte VIII. fielen nur wenig Steine. Die Herren FREY und FREULER schätzen, dass von Anfang VI. 1931 bis Ende VII. 1932 aus der Masse E etwa 7500 m<sup>3</sup> Gestein ausgebrochen sind. Die Gesteinszone unterhalb der Frontwand M—E zwischen 1500 und 1550 m Höhe zeigte im August durchweg die Erscheinungen einer schweren Stauung mit Herausquetschen der Felsen. In der Nacht vom 30. auf den 31. VIII. 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr begann ein furchtbares Knallen. Die Alarmsignale wurden gegeben. Der Steinfall hielt an bis morgens 7 Uhr. Über dem Dorfe lag beständig eine Staubwolke. Die Mehrzahl der Blöcke blieb in der Hochätschrunse liegen; nur wenige erreichten den Talboden. Der Felsvorsprung mit Messpunkt C war abgestürzt.

Die Bevölkerung, die noch lange sich zur Bergsturzgefahr verneinend verhalten hatte, war jetzt aufgeschreckt worden. Der Gemeinderat und der Regierungsrat empfahlen, die Nächte ausserhalb der Gefahrszone zu verbringen. Im Park des ehemaligen Stachelbergerbades sind Notwohnungen errichtet worden.

Seit dem Absturz von C ist es wieder ruhiger geworden — sicherlich nicht dauernd. Die direkt unmerkbare, aber messbare Bewegung steigerte sich für alle Punkte der unteren Hälfte des Abrissgebietes von 7 mm täglich im Juni auf 20 bis 25 im Juli. Dies ist gerade ungefähr die Geschwindigkeit der Spitze des Stundenzeigers einer Taschenuhr. Das scheint mir das merkwürdigste, dass ein grosses Stück eines Felsenberges eine solche Bewegung stetsfort Tag und Nacht, Wochen und Monate lang innehalten kann. In den letzten Tagen September hat das Gleiten der Felsmasse auf 40 bis 54 mm täglich zugenommen.

Die Vorzeichen eines grossen Absturzes sind im Gange. Wie lange sie sich noch steigern müssen, wissen wir nicht. Beobachten und zur rechten Zeit fliehen!

---

Nachdem ich nun, mehr als beabsichtigt, auf den Fall Kilchenstock eingetreten bin, ist es auch nötig, die sehr kurz gehaltenen Notizen von Seite 190 etc. noch klärend zu ergänzen.

Im Sommer und Herbst 1926 wurden die Mauern der Lawinerverbauung vom Gipfel des Kilchenstocks gegen Hochätsch durch Steinschläge stark beschädigt. Die Gemeinde Linthal beauftragte dann



Professor RUD. STAUB mit der Untersuchung der Ursachen. STAUB erkannte dabei hier als der erste die Bergsturzgefahr. Er verfolgte schon damals den Abrissrand, bestimmte die Ausdehnung des Bewegungsgebietes und verlangte, wie früher schon am Monte Arbino und am Landesplattenberg, die Kontrollmessung der Bewegung, und schuf damit die Grundlagen für die Sicherungsmassnahmen. Veranlasst durch STAUB's Begutachtung fand im Sommer 1927 eine gemeinsame Begehung des Kilchenstocks durch den Regierungsrat von Glarus mit den betreffenden Amtmännern und den Geologen STAUB und OBERHOLZER statt. Der Ernst der Sachlage wurde erkannt, die Erweiterung der Vermessungen durch die Ingenieure des Grundbuchamtes und eine photogrammetrische Aufnahme des Gebietes gewünscht. Im Mai 1928 erfolgte eine bedeutende Beschleunigung der gleitenden Bewegung. STAUB, der jetzt Experte des Regierungsrates war, wünschte in Anbetracht der grossen Verantwortung einen zweiten Begutachter. Den Ruf hierfür konnte ich nicht mehr annehmen. Prof. SCHARDT wurde bestimmt. Dies führte zu Verzögerung und optimistischer Geringachtung. Es drohte eine zunehmende Achtlosigkeit. Im Spätherbst 1928 machten deshalb gleichzeitig R. STAUB und ich den Vorschlag zu einer Konferenz der beteiligten Ämter und Fachmänner. Dieselbe fand in Linthal im November 1928 unter Leitung des Landammanns statt. Sie wiederholte die schon von STAUB gestellten Anträge betreffend Planaufnahme und Vermessung, die dann sofort in Ausführung gegeben wurden, und sie übertrug der Gemeindebehörde die Organisation von Beobachtungs-, Wacht- und Signaldienst.

Zur Aufklärung der Bevölkerung von Linthal wurde im Anfang 1930 von mir ein öffentlicher Vortrag dort gehalten, dem eine lebhaftige Aussprache folgte.

Noch niemals ist die Vorbereitung eines Bergsturzes so genau beobachtet und verfolgt worden wie am Kilchenstock. Es scheint aber auch, dass dieser Berg uns dazu ungewöhnlich viel Zeit lassen will. Die Behörden tun das ihnen Mögliche mit sorgfältiger Umsicht und pflichtbewusster Hingebung.

Noch habe ich den drohenden Bergsturz nicht in unsere Typenreihe eingestellt. Es wird sich erst in der folgenden Entwicklung bestimmt darüber entscheiden lassen. Es kann sich handeln um Typus XIV—XVI, am wahrscheinlichsten XIV. In der Art der Ablösung ist er am nächsten verwandt mit dem Kandertaler. Glücklicherweise ist der Kilchenstock-Bergsturz zwerghaft im Vergleich zu dem Riesen, der im Kandertal liegt.

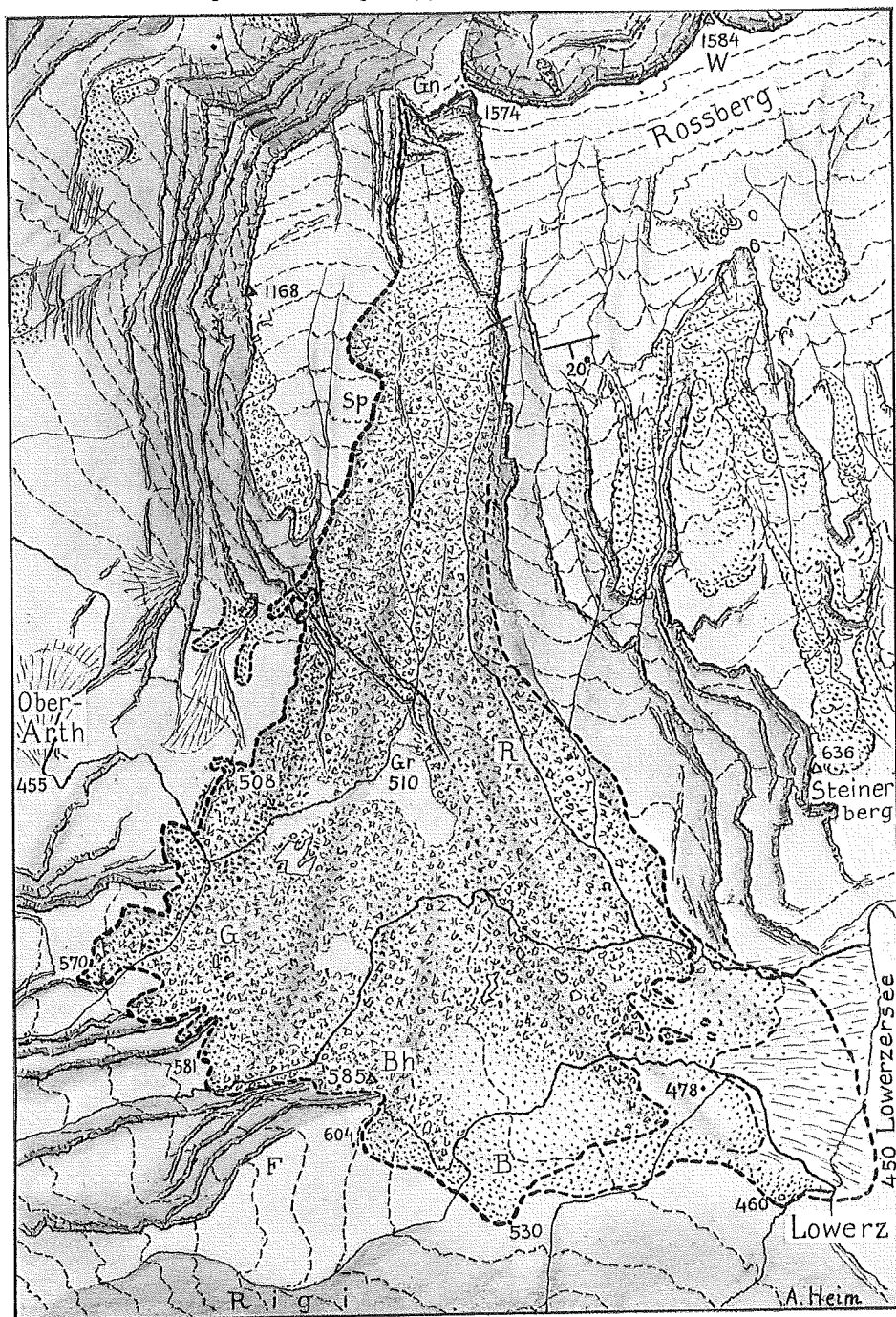
Zürich 7, 18. IX. 1932.

### Verzeichnis der Figuren mit ihren Seiten.

T = Figuren auf 5 Tafeln nach dem Textende.

Nr.	Seite
1 Spalten und Wülste von Schuttrutschungen . . . . .	26
2 Verstellung von Bäumen durch Rutschungen . . . . .	27
3 Schuttrutschung und Quelle Kellenholz (Hirzel) . . . . .	36
4 Profil kleiner Gehängerutschung . . . . .	39
5 Profil Ufereinbruch in Zug 1887 . . . . .	36
6a Karte Campo Valle Maggia 1897 . . . . .	50
6b Profil der Rutschung Campo Valle Maggia . . . . .	52
7 Felsbruch bei Brienz (Graubünden), Profil . . . . .	56
8 Bergsturz von Goldau, Karte . . . . .	T u. 72
9 Profil des Bergsturzes Goldau . . . . .	T u. 72
10 Profil des Bergsturzes im Kandertal . . . . .	T u. 75
11 Oeschinensee durch Bergsturz gestaut, Profil . . . . .	76
12 Bergsturz von Flims, Karte 1 : 100 000 . . . . .	126
13 Bergsturz von Flims, Profile 1 : 100 000 . . . . .	T u. 124
14 Rheindurchschnitt des Flimsersturzes . . . . .	125
15 Brandung an Gegenhängen . . . . .	88
16 Flussverschiebung durch Bergsturz . . . . .	90
17 Flacher Blockstrom in Elm . . . . .	99
18 Rheinschlucht durch den Flimserbergsturz . . . . .	T u. 124
19 Profil des Bergsturzes von Elm . . . . .	T u. 110 u. 199
20 Bergsturz Elm, Kartenbild . . . . .	110
21 Felssturz der Diablerets, Karte . . . . .	132
22 Profil Diablerets . . . . .	T u. 132
23 Profil des Felssturzes bei Airolo . . . . .	121
24 Profil Felssturz bei Spiringen, Schächental . . . . .	122
25 Kartenskizze Bergsturz Bormio, Dr. Furrer . . . . .	134
26 Bergsturz Parpan-Lenzerheide, Karte . . . . .	136
27 Profile am Poschiavosee . . . . .	138
28 Schema für Gleiten auf schiefer Ebene . . . . .	145
29 Schema der Energielinie . . . . .	145
30 Geschwindigkeitsparabel . . . . .	148
31 Schema am Bergsturz von Elm . . . . .	149
32 Profil Felsbrüche in Felsberg . . . . .	153
33 Kartenskizze der Aegerti (Brienz, Bern) . . . . .	160
34 Stauriegel am Klöntalsee . . . . .	170
35 Profil Kilchenstock-Linthal . . . . .	192
36 Gleitbewegungen am Kilchenstock, in Kurven dargestellt . . . . .	T u. 193 u. 214
37 Abrissgebiet auf dem Kilchenstock (Karte) . . . . .	T u. 193 u. 214

Fig.8. Bergsturz von Goldau 2. IX. 1806.  
 heutige Besiedelung weggelassen. Maßstab 3:100.000



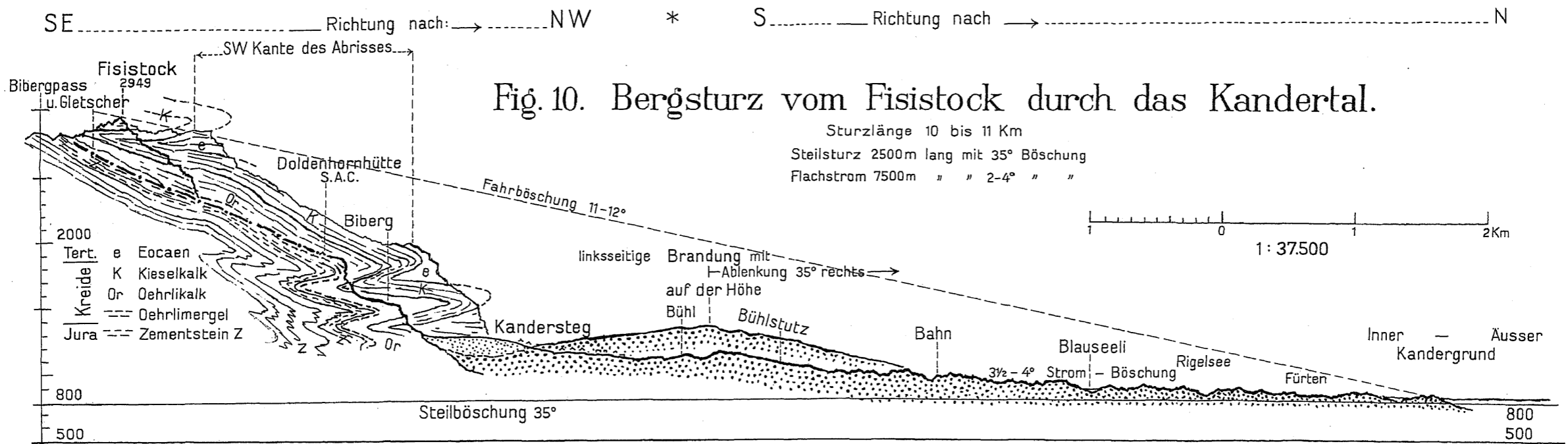
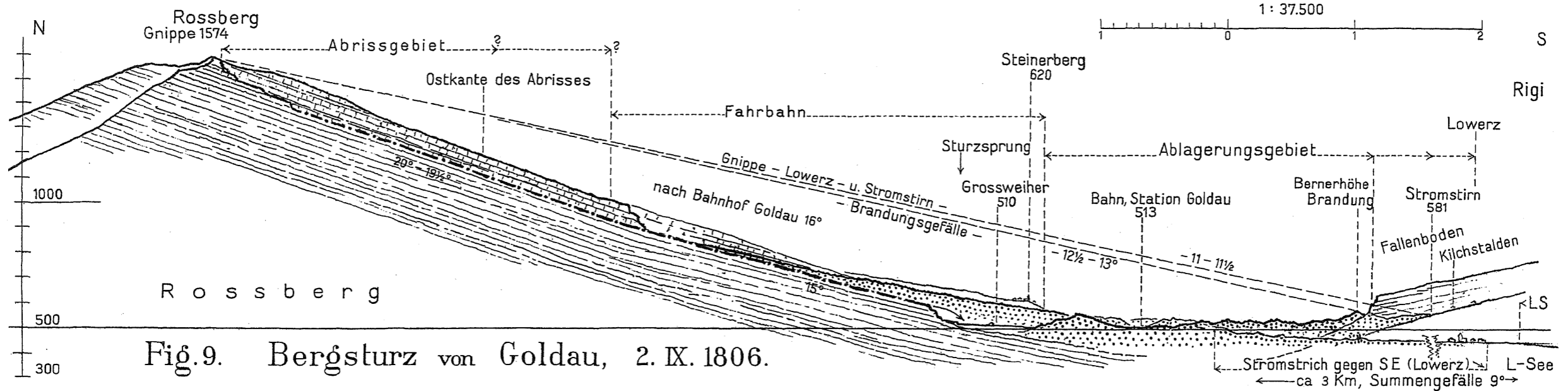
W=Wildspitz, Gn=Gnippe, Sp=Spitzenbühl, Gr=Grossweiler, G=alt-Goldau (verschüttet)  
 F-Fallenboden, B=alt-Busingen (versch.), R=Röthen (versch.), Bh=Bernerhöhe 565

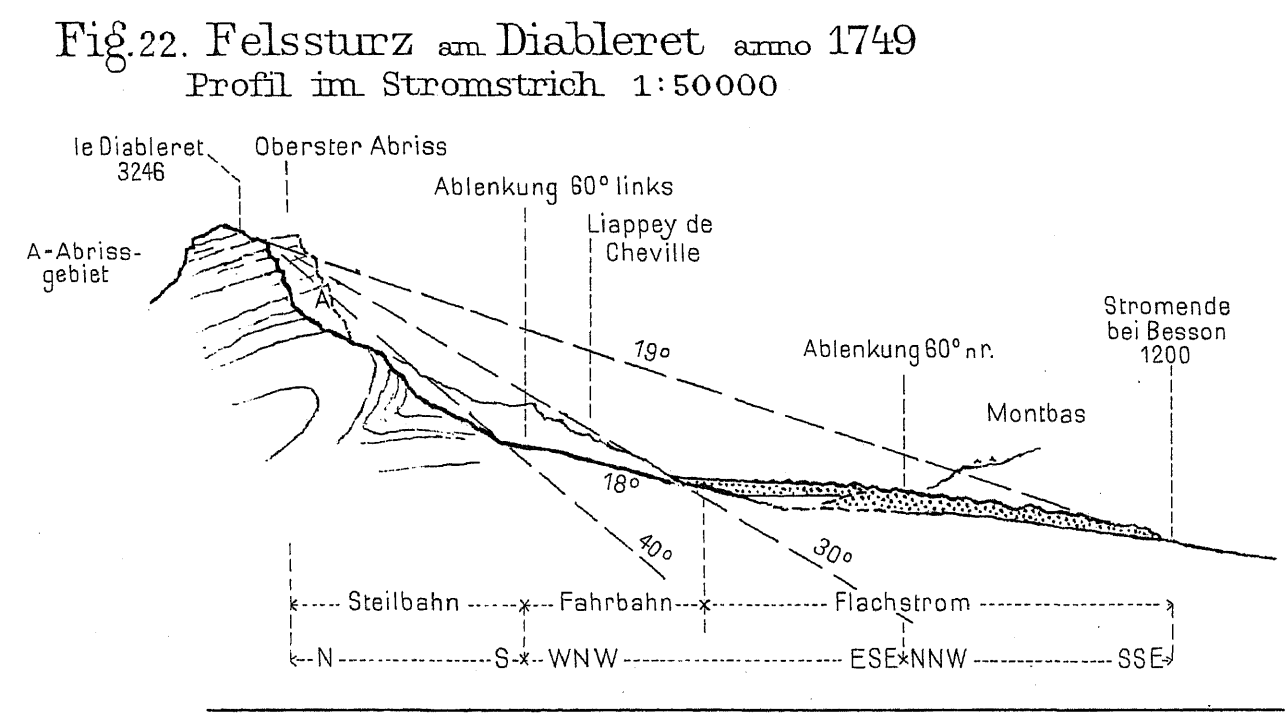
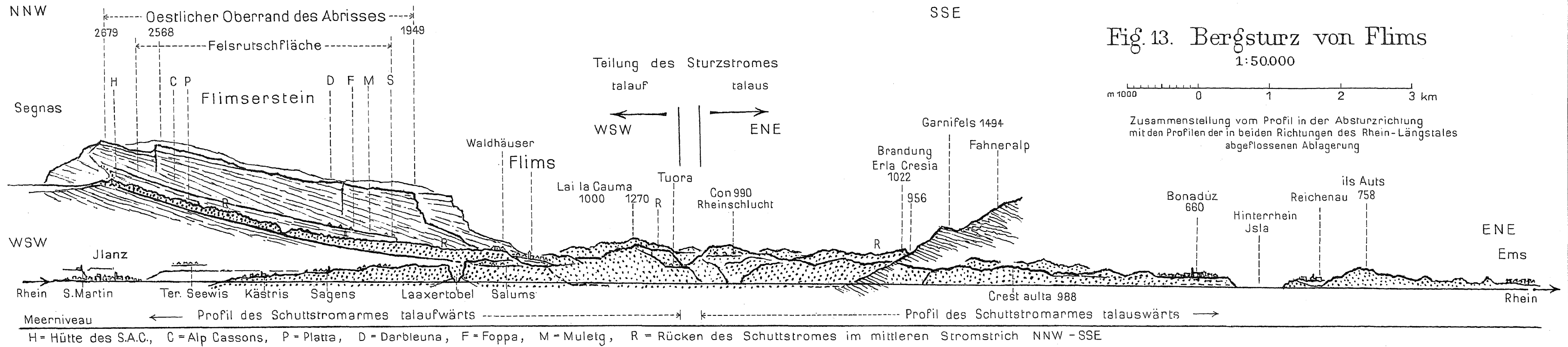
Crap ner

Flimsenstein

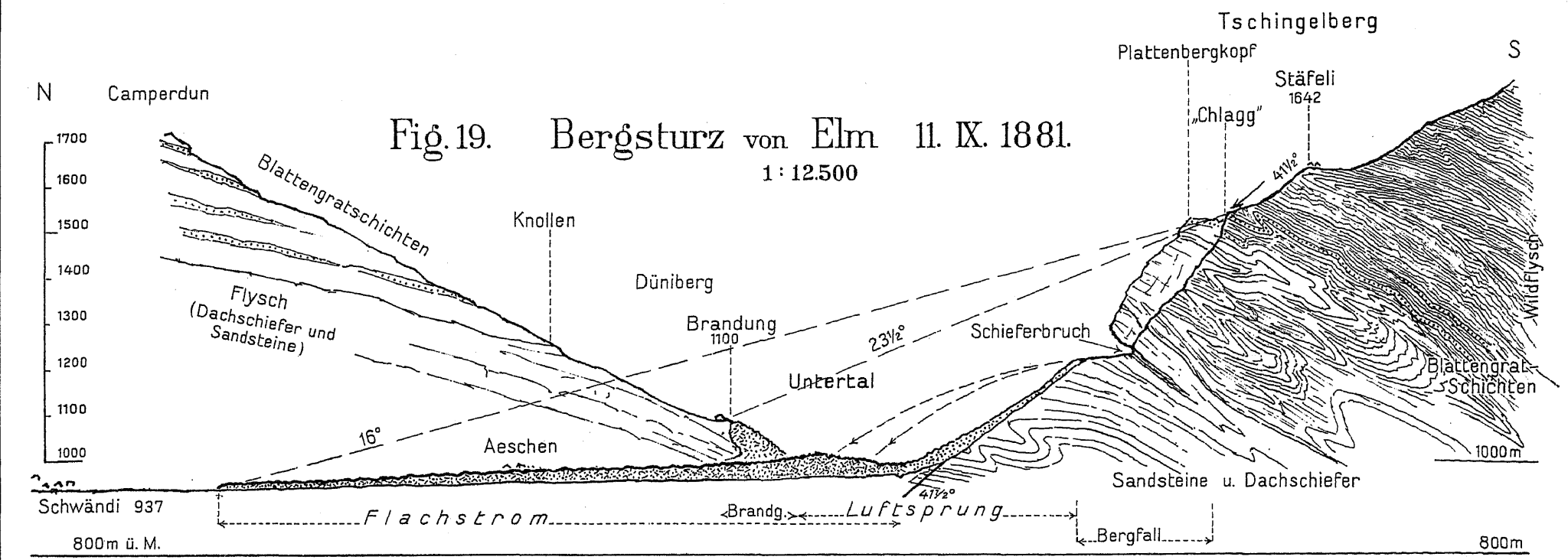
Tristelhorn Ringelspitz







Kunstanstalt J.C. Müller Zürich  
Abt. Kartogr. Hermann Hofer







Alb. Heim



Fig. 37. Rutschgebiet am Kilchenstock  
1 : 2500

Aufnahme durch die eidg. Vermessungsdirektion  
(mit Dr. Helbling, H. Härry und P. Wild). Ergänzende  
Einträge nach Pfr. H. Frey (Linthal),  
G. Freuler u. Arn. Heim.

-  Hauptabrisse
-  Spalten 2. Ranges
-  Unterbrochene Spalten
-  Vorschlebung

○ = Messpunkte  
Pfeile 1 u. 2 = Mittlere  
Bewegungsrichtung

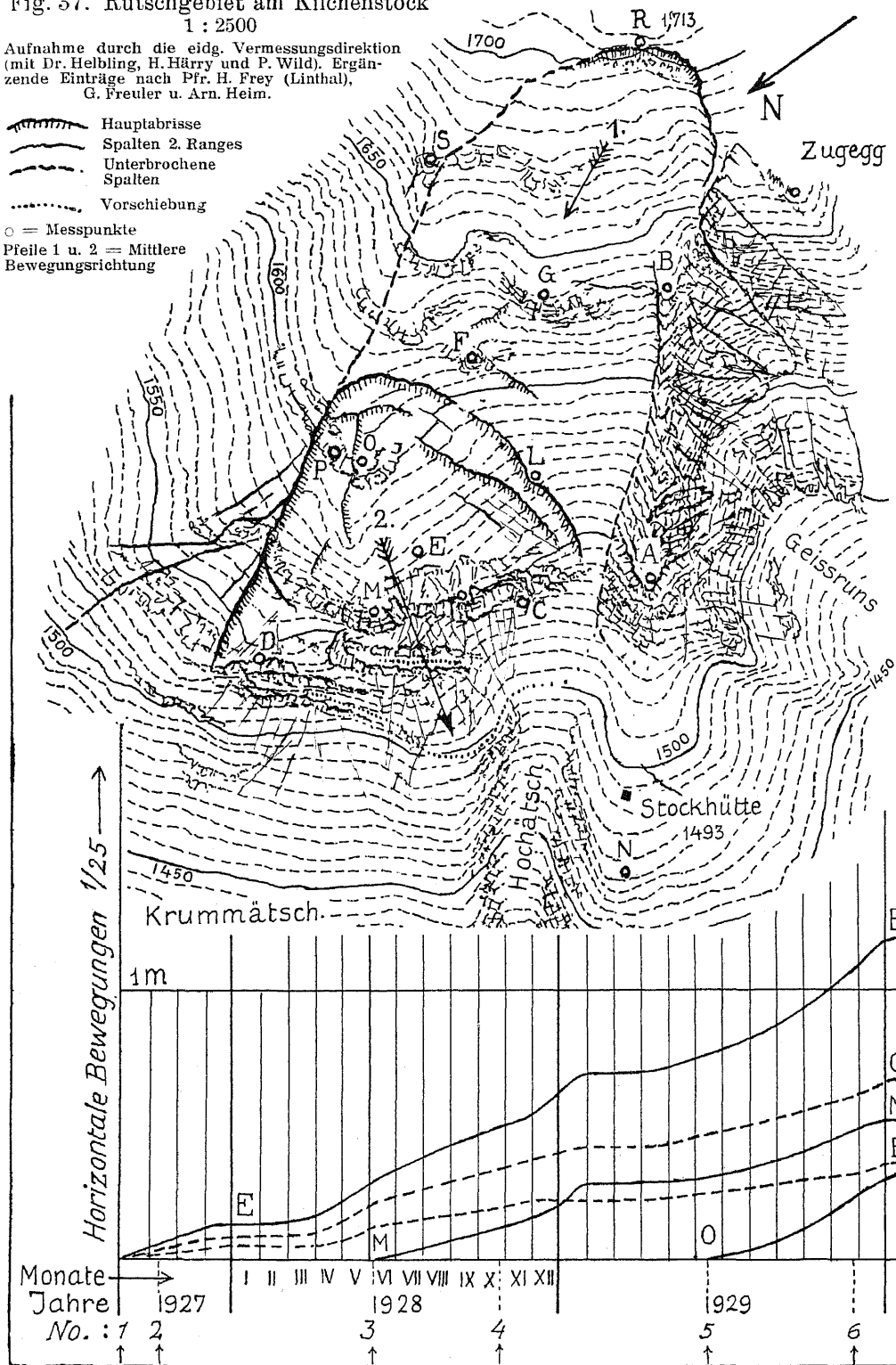




Fig. 36. Horizontalbewegung wichtiger Messpunkte am Kilchenstock  
ob Linthal bis Ende VIII 1932.

Die Bewegung ist als Ordinate in  $\frac{1}{25}$  (1 m = 40 mm), die Zeit als Abszisse (1 Monat = 4 mm) aufgetragen. Diese Kurven enthalten: 54 trigonometrisch  
exakt bestimmte Punkte (Vermessung von Ing. H. Härry, Eidg. Vermessungs-  
direktion), zirka 375 Punkte durch Fernmessung ab Rämis (Geom. Wild  
und Ing. Jenny) und im Sommer 1932 wöchentliche, bis sogar tägliche  
Ablesungen an Horizontallatten bei E<sub>1</sub> und M (durch Wächter Zweifel).  
Der steile Aufstieg der Kurven bedeutet Beschleunigung der gleitenden  
Felsbewegung, die horizontalen Stücke der Kurven Still-  
stand („Winterschlaf“).

-  = Oberer Teil des Abrissgebietes mit den  
Messpunkten S, F, G.
-  = Unterer Teil mit E, E<sub>1</sub>, M und O

