

Geologische Nachlese.

Von

Albert Heim.

Nr. 4.

Der diluviale Bergsturz von Glärnisch-Guppen.

(Mit einer Tafel.)

Im *Linththal* oberhalb *Schwanden* ist ein ziemlich breiter Thalboden vorhanden, in welchem die Linth, gedrängt von den regelmässig gebildeten Schuttkegeln der seitlichen Wildbäche, sich bald links, bald rechts wendet. Bei *Schwanden* aber ändert sich der Thalcharakter vollständig. Berghaufen mit welliger Oberfläche, 100 bis 200 m hoch über die Linth sich erhebend, füllen das Thal aus; der Durchpass der Linth selbst wird enger, und Dörfer, wie sie sonst auf den Schuttkegeln im Thalboden liegen, treffen wir hier oben auf dem Berghaufen (*Schwändi*, *Sool* z. Th. *Thon*), während nur *Mittlödi* an der Linth liegt. Der genannte Berghaufe hebt bei *Schwanden* steil an und erstreckt sich bis *Ennenda* und *Glarus*. Er erscheint als eine breite Thalbarriere, die vom Fluss auf schmalerem Wege wieder durchschnitten worden ist. Beim Durchfahren sieht man an einigen Kahlanrissen Schutt. Moränen oder Bergsturz?, das ist die sofort sich aufwerfende Frage! Erst im Spätherbst dieses Jahres konnte ich einige Tage der Untersuchung dieser Thalstrecke widmen, die ich vorher ungezählte Male rasch durchfahren hatte, und gebe im folgenden die Resultate.

In den Reisetagebüchern von Arn. Escher v. d. Linth finden sich nur sehr wenige Notizen über die uns beschäftigende Erscheinung. Escher beobachtete an dem Hügel im NO-Winkel zwischen Sernft und Linth, der gleich hinter dem Bahnhof *Schwanden* sich 160 m hoch erhebt, und auf welchem das Dörfchen *Sool* liegt. Er findet den Hügel durch und durch aus einer Kalkbreccie gebildet, bei welcher die eckigen Trümmer oft grosse Lücken zwischen sich lassen und regellos durcheinander gewürfelt sind. Feiner eckiger Kalkschlagsand erfüllt manchmal die Lücken.

So klassisch auch Baltzers «Glärnisch» für die Höhen bleibt, den schutterfüllten Thalböden ist damals weniger Aufmerksamkeit geschenkt worden. Die kleine Felspartie an der Strasse gleich 200 m nördlich der Kirche von *Schwanden* wurde damals in seiner Glärnischkarte als Malm bezeichnet, während das ganze übrige uns beschäftigende Gebiet richtig, aber ohne jede nähere Unterscheidung, als Schuttgrund auf der Karte leer gelassen ist.

In dem geologisch bearbeiteten, so sehr revisionsbedürftigen Dufourblatt ~~IXIV~~ ist der Lochseitenkalk der *Lochseite* samt dem darunter liegenden Eocaen, der ganze Soolhügel und der Fels links der Linth, in wohl verzehnfacher Ausdehnung alles zusammenhängend, als anstehendes Tithon gemalt worden, der übrige Teil links der Linth als «eb = Bergstürze und Schutthalden» angegeben, derjenige rechts der Linth einfach weiss gelassen.

Ich selbst habe im «Mechanismus der Gebirgsbildung» Bd. I S. 154 nur beiläufig des Soolhügels, der dicht ausserhalb meines Kartenblattes lag, gedacht und hervorgehoben, dass ohne weitere Untersuchungen noch nicht entschieden werden könne, ob er Bergsturz oder An-

schwellung des Lochseitenkalkes zu einer Dislokationsbreccie sei.

Die systematische Untersuchung aber zeigte bald, dass die fragliche Thalbarriere das Ablagerungsgebiet eines einheitlichen grossen Bergsturzes darstellt, dessen gewaltige Ausbruchsnische das Gebiet der *Guppenrunse* ist. Dieser vielgenannte gefährliche Wildbach hat sich in der Ausbruchsnische des alten Bergsturzes gebildet, diese Ausbruchsnische ist sein Sammelgebiet geworden. Durchgehen wir nun die einzelnen Teile des Bergsturzgebietes etwas näher:

Die ca. 130 m lange und bis höchstens 20 m hohe Felswand an der Strasse unterhalb *Schwanden*, welche in den bisherigen Karten als anstehender Malmfels bezeichnet worden ist, fällt mit ihren Schichten steil gegen Osten ab. Im nördlichen Teile wird seit langer Zeit der Fels zur Kalkbrennerei ausgebeutet. Der Kalkbrenner aber hat sich zu seinem Leidwesen sehr getäuscht. Denn, nachdem die Felswand wenige Meter tief bergewärts ausgebeutet war, hörte dieser beste Kalkfels auf, und hinter und unter demselben erwies sich der hinterliegende Berg als aus lauter wirt durcheinander liegenden Felsblöcken wechselnder Beschaffenheit zusammengesetzt, auf welchen die schiefe scheinbar anstehende Kalkplatte von 5 bis höchstens 10 m Dicke so aufliegt, dass sie sich nicht halten könnte, wenn man den hinterliegenden Felsschutt wegräumte. Dieser stützende Felsschutt ist durchweg eckig, scharfkantig, oft sind eckige Hohlräume zwischen den Trümmern, oft liegen die eckigen Brocken in einem Kalkfelmehl eingebacken und einzelne Blöcke sind in sich selbst splittrig zertrümmert. Ganz ebenso ist der Hügel rings um die Felswand beschaffen; gegen Süden wie nach oben umgibt sie

ein Trümmerhaufen. Die grosse, früher für anstehend gehaltene Felsmasse ist oberster Malm (Tithon). Man findet in dem hellgrau salinischen klingelharten Kalk deutlich erhalten in Menge: *Diceras Lucii*, Korallen und *Nerinaeen* ganz vom Typus des «Troskalk» (Escher, nach der *Trosalp* am *Mürtschenstock*). Auch unter den unterliegenden und hinterliegenden Trümmern ist dasselbe Gestein vertreten; ausserdem aber findet sich hier viel Quintnerkalk (mittlerer Malm, eigentlicher, inwendig schwarzblauer «Hochgebirgskalk») und einzelne Stücke von Dogger-Echinerminenbreccie; auch ein Stück von Schiltkalk (Birmensdorferschichten) habe ich dazwischen steckend gefunden. Der Steinbrecher hat längst erkannt, dass die Felswand längs der Strasse keine Felsklippe, sondern nur ein grösserer Fetzen im Trümmerhaufen ist, unter dem wieder Trümmer liegen. Im Verhältnis zum ganzen Bergsturz ist der Block freilich keineswegs gross. Auf anderem Blockwerk schwimmend und rollend, können solche Fetzen leicht in einem grossen Bergsturze sich bewegen. Seine ungewöhnliche Festigkeit hat ihn vor weiterem Zerschlagen bewahrt. An anderen Beispielen für solche grössere Felsfetzen in einem Bergsturzhaufen fehlt es nicht. Als anstehende Klippe mit Dislokationszertrümmerung lässt sich unser Troskalkfels auch deshalb nicht deuten, weil unter dem ihn tragenden und stützenden Blockwerk gemischt Stücke anderer Gesteine vorhanden sind. Unser Kalkfels bei der Kalkbrennerei *Schwanden* (Besitzer Zopfi) ist also ein grosser Block im Bergsturzschutt.

In einst von der Linth steil angerissenem Gehänge steigt vom Bahnhof *Schwanden* 519 m der Soolhügel zu seinem höchsten Punkt, dem sogenannten *Föhnen* 675 m auf. An dem Strässchen von *Schwanden* nach *Sool* ist

ein Steinbruch geöffnet. Die Kalkbreccie wird hier als vorzügliches Strassenbeschotterungsmaterial gewonnen; die eckigen Trümmer keilen sich dabei fest ineinander, statt wie Flussschotter stets unter den Rädern eines Lastwagens anzuweichen. Ringsum sind zahlreiche Entblössungen hinab bis *Ennetlinth* bei *Mitlödi*. Ueberall ist hier die gleiche Breccie zu finden. Oft sind die Trümmer in grosse Streifen in eine Art Fluidalschlieren geordnet, die bei oberflächlicher Betrachtung Schichtung eines anstehenden Felsens vortäuschen können, ähnlich wie es auch im Bergsturzgebiete von *Flims* der Fall ist. Die grossen Fetzen sind innerlich oft ganz zersplittert. Was aber immer die Bergsturznatur beweist, das ist die Mischung des Materiales. Am Soolhügel herrscht Hochgebirgskalk bei weitem vor. Sehr zahlreich damit gemischt in häufig grossen Stücken ist der Troskalk (Tithon); mitten in der Breccie findet man bei genauem Suchen nicht gar selten einzelne Blöcke von Dogger und von Kreide.

Das Dörfchen *Sool* liegt in seinen östlichsten Häusern auf der Grenze des Bergsturzhauens gegen den östlich ansteigenden Verrucanoabhäng. Der Lochseitenkalk der *Lochseite* mit dem unterliegenden Eocæn und dem gewaltig mächtigen überliegenden roten Sernifit lässt sich genau verfolgen bis zu den südöstlichsten Häusern von *Sool*, wo dann die Bergsturzbreccie dem ehemaligen Aussehang des Berges vorliegt. Hier lässt sich deutlich sehen, dass Lochseitenkalk und Soolbreccie von einander ganz unabhängige Dinge sind.

Anschlagend gegen den entgegenstehenden Verrucanoabhäng und von demselben zurückprallend ist der gewaltige Trümmerhaufe in Gestalt der Rückbrandungswoge erstarrt stehen geblieben, so dass auf $1\frac{1}{2}$ km Länge von

Sool gegen Norden eine sehr ausgesprochene Vertiefung zwischen den höchsten Bergsturzhäufen und dem Verrucanoabhang liegt. Das Dörfchen *Sool* liegt in dieser Einsenkung. Nördlich *Sool* wird sie noch ausgesprochener, aber enger. Die Wiesenmulde ist abflusslos, nie aber bleibt Wasser darin stehen, die Breccie lässt alles versiegen und in der Linth oberhalb und unterhalb *Mitlödi* erscheinen die Quellen. Der Kontrast von östlichem Berggehänge und westlichen Bergsturzhügeln ist hier sehr auffallend. Oestlich alles halb bewaldete, rote anstehende Verrucanowände und dem Gehänge anliegende rote Schutthalden, deren grösste Blöcke gerade auf dem Bergsturzerande aufliegen — westlich Hügel und Sättel aus lauter Kalkblöcken, wie sie die Ostseite bis an die obersten Gräte hinauf nirgends liefern könnte. Die Blöcke sind eben Glärnischgesteine. Auf dem Soolhügel selbst bis auf den *Föhnen* hinaus ist kein Stück Verrucano zu finden, kein Stück vom östlichen Gehänge. Zu den Mauern längs den Strassen ist vielfach Verrucano vom Ostgehänge geholt und verwendet worden. In Strassenbeschotterungsgruben in der Breccie ist fast nur Kalk zu sehen. Zwischen *Sool* und *Ennetlinth* habe ich in einem Strich die sichtbar entblössten Blöcke gezählt und notiert. Ich fand ca. 2% Blöcke von Dogger und Lias, höchstens 1% Kreideblöcke, den Rest — wohl 96% — Malmkalke, worunter hier weitaus die grösste Menge Hochgebirgskalk, kaum $\frac{1}{5}$ davon Troskalk.

Einzig auf dem Burghügel *Sola*, nördlich *Sool*, liegt ein Schwarm von Verrucanotrümmern. Mir schien es wahrscheinlicher, dass er dereinst über Gehänge und Lawenschnee, der die hier schmale Furche zwischen dieser Stelle und dem Verrucanoabhang füllte, hierher gelangt

sei, als dass es ein Verrucanoblockschwarm des Bergsturzes selbst, oder erratische Stücke seien.

Nachdem östlich *Ennetlinth* die Bergsturzhügel der Brandungswelle sich auf 720 bis 740 m erhoben haben, fällt die Oberfläche der Breccie nördlich tiefer. Die Verrucanoschutthalden gehen stellenweise weiter auf den Bergsturz hinaus, die Thallöcher zwischen Bergsturz und Bergabhang sind verschwunden. Aber auch hier, wo irgend eine nur 2 m tiefe Entblössung vorhanden ist, erscheint unter dem oberflächlichen Gehängeschutt von Verrucano und Rötidolomit der rechten Thalseite der Kalkbergsturzschtutt vom *Glärnisch*.

Im *Hüsligut* unten ist die rote, 2 m dicke aufgeschwemmte Verrucanoerde künstlich abgedeckt worden. Darunter liegt überall typischer Bergsturzschtutt, eckig mit Zermalmungskalkstaub und Kontusionen an den Blöcken. Zwischen etwa $\frac{3}{4}$ Hochgebirgskalk und $\frac{1}{4}$ Troskalk traf ich hier drei Stücke von typischem Schiltkalk und einen Doggerechinodermenblock fest in der Kalkbreccie steckend.

Noch weiter nördlich am *Bühlen* ist wieder eine Strassenmaterialgrube geöffnet. Hochgebirgskalk herrscht in der Breccie vor, darin stecken einzelne Trümmer von Liasschiefer und Liasquarzsandstein, sowie von Echinodermenbreccie des Dogger in jener eigentümlichen roten Abänderung, wie sie am *Glärnisch* verbreitet ist, am *Mürtschenstock* hingegen nicht vorkommt.

Rechts der Linth sinkt die Oberfläche des Bergsturzes schon vor *Ennenda* in den Thalboden hinab. Wir beobachten gleich südlich der südlichsten Ennendaer Fabrik (Marti & Co.) noch einen sehr merkwürdigen Aufschluss in einer Beschotterungsgrube. Hier kommt Moräne mit Bergsturz in Berührung. In der Hauptsache liegt die

sehr bunt gemischte Moräne mit vielen, zum Teil sehr gut geschrammten Trümmern über der fest verkitteten Bergsturzbreccie, die hier ganz aus kleingeschlagenen, durch weisslichen Kalkstaub fest verbundenen Malmtrümmern besteht. Die Grenzfläche von Bergsturz und aufliegender Moräne ist scharf, aber sehr uneben. In einigen schlierenförmigen Streifen greift die Moräne in die Breccie hinab. Die Unterlage der Breccie ist nicht entblösst. Diese Stelle an sich, weil ganz am Rande des Bergsturzes gelegen, liess mich im Zweifel darüber, ob hier der Bergsturz in ältere Moräne hineingefahren, dieselbe unterfahren und auf sich zurück habe fallen lassen, oder ob die Moräne jünger als der Bergsturz sich auf denselben abgelagert habe.

Auf der ganzen östlichen Grenzlinie des Bergsturzhauens beobachten wir, soweit die Entblössungen reichen, stets scharfe unvermittelte Begrenzung des Trümmerhauens, nirgends randliche Zerstreung seiner Trümmer. Es entspricht dies durchaus den Erscheinungen aller Bergstürze, die gross genug sind, um das Phänomen der Strömung der Trümmermassen zu entwickeln, und beweist zugleich, dass die Blöcke vom *Glärnisch* her nicht wie Geschosse durch die Luft flogen, um den gegenüberliegenden Abhang zu spicken, sondern dass sie gegen diesen Abhang, zusammenhängend dem Boden entlang gehend, hinaufgebrandet sind.

Links der Linth steht, von der *Hanslirunse* an nordwärts, der Bergsturzhaufe noch höher als rechts. An ausgezeichneten Entblössungen fehlt es auch da nicht. Am *Hohlenstein*, hinter dem *Schweizerhaus* etc. ist die Jurakalkbreccie in typischer Weise zu sehen. An ersterer Stelle sind die lockeren Partien höhlenförmig ausgewittert, die Höhlendecken bestehen aus eckigen Malm-

kalktrümmern, die mit dünnem Travertinüberzug verkittet sind und oft Hohlräume zwischen sich lassen. Hinter dem *Schweizerhaus* erfüllt meist ein Zermalmungsstaub, der in Salzsäure ganz löslich ist, die winkligen Räume zwischen den Brocken, oder bildet sogar die Hauptmasse, in welcher die Kalksteinbrocken eingebettet sind. An zahlreichen der herausgelösten Kalkbrocken sind scharfe Schlagwunden mit Zermalmungsstaub zu sehen, wie sie nur in Bergstürzen vorkommen. Hochgebirgskalk und Troskalk herrschen vor.

Hinter dem *Schützenhaus Glarus* ist eine Steingrube, das *Steinloch*, wo seit vielen Jahren Kalkfels ausgebeutet wird. Die künstliche, senkrechte Anrisswand hat jetzt wohl 15 bis 18 m Höhe. Grosse eckige Blöcke klingelhartes Troskalkes voll Korallen und *Diceras Lucii* wechseln ab mit vielen kleinern Troskalk- und Hochgebirgskalktrümmern, mit fein splittrigen Trümmerschwärmen und einer Masse von kalkigem Zermahlungspulver. In der Basis der Sturzmasse im tiefsten Teil der Grube erscheint unvermittelt ächte Grundmoräne. In Streifen von Lehm und Sand eingebacken erscheinen hier die gerundeten Geschiebe von *Verrucano*, *Taveyanazsandstein*, *Nummulitenkalk*, *Amphibolit*, und an den Kalkblöcken sind deutliche Schrammen zu sehen. Vom Grunde aus reichen wie *Apophysen* einige Schlieren von mehreren Metern von Grundmoräne thalauswärts in den Bergsturz hinauf. Diese Stelle beweist mit voller Sicherheit, dass unser Bergsturz mindestens jünger ist als die älteste Vergletscherung. Aber auch über dem Bergsturzschutt, scharf von diesem getrennt, liegt hier ächte Moräne. Auf die Moränendecken des Bergsturzes will ich später im Zusammenhang eintreten.

In *Glarus* selbst und dessen Umgebung ragen unvermittelt eine ganze Anzahl mehr oder weniger conischer Hügel hervor. Die Aufschlüsse an denselben waren nur zeitweilig. Escher notierte bezügliche Beobachtungen schon 1842, einiges habe ich bei späteren Gelegenheiten ergänzt, weiteres ist mir durch andere mitgeteilt worden. Es geht daraus hervor:

Der Hügel bei *Netstall* im Winkel zwischen Löntsch und Linth, *Bürglen* genannt, besteht aus typischer Malmbergsturzbreccie. Escher wundert sich darüber, dass er keine Kreideblöcke darin fand, und kein Stück, das man als Glacialföndling bezeichnen könnte, wohl aber eckige Malmblöcke bis zu 80 Fuss Durchmesser.

Der *Sonnenhügel* 518 m, ehemals *Galgenhügel* genannt, besteht aus einer Malmbergsturzbreccie ohne jede Spur von Schichtung. Ob der Löntschschuttkegel, aus und über welchen diese Hügel hervorragen, denselben angelagert, oder ob die Hügel dem Schuttkegel aufgesetzt sind, ist nicht zu sehen. Das erstere scheint mir viel wahrscheinlicher.

Der *Burghügel*, 490 m, von Escher *Kirchenhübel* genannt, weil eine Kapelle darauf steht, besteht wiederum aus Malmbreccie.

In *Glarus* stand ferner der *Tschudirain*, 490,5 m über Meer, 20 bis 25 m über die Umgebung vorragend. Nach dem Brand von *Glarus* 1861, bei Gelegenheit des Neubaus der Stadt, ist derselbe vollständig abgetragen worden. In der Sammlung des Polytechnikums fand ich drei gute Handstücke splittriger Malmkalkbreccie von typischer Bergsturz natur, von Escher bezeichnet als «Kalkbreccie von dem in Abtragung begriffenen *Tschudirain*», hingegen befindet sich der *Tschudirain* in seinem schriftlichen Nachlass nicht erwähnt. Nach den Erkundigungen,

die Herr Lehrer Oberholzer bei solchen eingezogen hat, welche Augenzeugen des Abtrages waren, scheint hier unzweifelhaft Malmbergsturzbreccie, daneben aber, oder damit gemischt, soll zäher Lehm mit eingebackenen, eckigen und runden Steinen von allen Farben vorgekommen sein. Das würde etwa der Steingrube beim *Schützenhaus* entsprechen: Bergsturzbreccie mit Moräne drüber und drunter.

Mit dem *Tschudirain* in Zusammenhang gegen Süden folgte der *Iseirain* von welchem noch heute ein Teil, doch ohne Aufschlüsse steht. Der *Iseirain* bildet die Verbindung des *Tschudirain* in der Richtung gegen unser *Steinloch* beim *Schützenhaus*.

Der Untergrund der Stadt *Glarus* weist im oberen Teil Lehm Boden mit Sandadern auf, der verschwemmte Grundmoräne zu sein scheint. Darunter liegt Flusskies.

Der grösste der Hügel ist das sogenannte *Bergli* 574 m. Am östlichen Abhang findet man nur Trümmer von Rötidolomit, dann folgt darüber und westlich ein Streifen, wo Dogger, Lias und Schiltkalkblöcke liegen. Am Gipfel, an der Nord- und Ostseite folgt Malm und dort hat ein grosser Steinbruch WSW—ONO streichenden und 53° Nord fallenden Malmkalk in bedeutender Ausdehnung entblösst. Escher hat den Berglihügel schon in der Hauptsache für anstehend gehalten, bevor die Steinbruchentblössungen so weit gingen wie heute. Heute, scheint mir, ist etwas anderes hier kaum denkbar.

Sehen wir vom Berglihügel ab, so stehen wir vor der Thatsache, dass unterhalb des *Steinloches* in der Richtung des Linthales noch eine ganze Anzahl jetzt isolierter Bergsturzmalmbreccienhügel stehen: *Iseirain* wahrscheinlich, *Tschudirain*, *Burg* und *Kirchhügel*, *Son-*

nenhügel, Bürglen bei *Netstall*. Im nördlichen Teile von *Netstall*, sowie beim Dorfe *Näfels* folgen ihrer noch mehr. Sie alle können nur aufgefasst werden als Erosionsrelicte von Bergsturzablagerungsgebieten. Zu Bergstürzen mit Malmblöcken fehlte hier von Osten wie Westen die Gelegenheit nicht. Allein es ist nicht wahrscheinlich, dass diese Hügel, mit Ausnahme vielleicht des *Iseli-* und *Tschudirain*, zu unserem Bergsturze Glärnisch-Guppen gehören. Der *Glärnisch* selbst hat auch gegen NNO und N Bergstürze geliefert. Vielleicht gelingt es einmal, die verschiedenen Hügel besser zu verstehen und ihre Beziehungen zu den verschieden alten Moränen, den Erosionsperioden und den Schuttkegeln genauer zu ermitteln. Wir müssen uns vorläufig mit der Thatsache begnügen, dass die zusammenhängende Breccie des Bergsturzes von Glärnisch-Guppen an der Stadt *Glarus* endigt.

Wenn man von den Bergsturzhügeln von *Sool* hinüberschaut gegen *Schwändi* und gegen die Nische der *Guppenrunse*, so kann man an den äusseren Formen sofort unterscheiden, wo die Oberfläche noch fast unveränderter Bergsturzhügel ist, wo hingegen die Wildbäche des *Glärnisch* besonders *Guppenruns* und *Hansliruns* seither gearbeitet haben. Stellenweise haben die letzteren sich in den Bergsturz eingeschnitten und in demselben Thalrinnen mit Steilborden erzeugt (*Guppenruns* oberhalb *Schwändi*, bei *Schüpfen* und wieder unterhalb *Schwändi* bis neben *Brand*). Stellenweise haben die Wildbäche ihre Schuttkegel zwischen und über das Bergsturzhügelwerk ergossen, oder in den vorher geschaffenen Rinnen wieder aufgefüllt und öfters im Laufe der Zeit ihren Weg gewechselt. Unsere Kartenskizze gibt darüber ein ziemlich deutliches Bild. Noch in historischer Zeit wendete sich

früher die *Guppenruns* etwas oberhalb *Schwändi* nach rechts und ergoss sich über *Thon* und *Schwanden* in die Linth. Sie ebnete und überschüttete dabei in *Thon* den Bergsturz, der südlich von *Thon* in einer Steingrube noch unter dem Bachschuttkegel hervorschaut. Heute noch sollen die Besitzer der Grundstücke, welche an diesem alten verlassenem Weg der *Guppenrunse* liegen, die sogenannte «Runsensteuer» zu Wuhrarbeiten zahlen. In diesem Teil des alten Guppen-Schuttkegels bei *Thon* soll man in einem tiefen Häuserfundament Münzen aus der Hohenstaufenzeit gefunden haben. Bei Gelegenheit des Legens der Wasserleitungsröhren im oberen Teile des Dorfes *Schwanden* sah ich selbst, dass der Untergrund hier durchweg alles Guppenrunsenschutt ist.

Auf den Bergsturzfleichen treffen wir zwei Kulturarten: Entweder ist die Oberfläche ziemlich in ihrem natürlichen Zustande belassen, sie ist dann mit Wald bedeckt, und im Walde liegt Block an Block in wechselvollen Hügeln gehäuft; — oder sie ist in Wiese, Feld und Dorfgrund umgewandelt. Die grösseren hügeligen Formen sind auch dann geblieben, aber die Blöcke grösstenteils weggeräumt, zum Teil damit die Löcher ausgefüllt, besonders aber sind sie zu Mauern als Eigentumsgrenzen, Strassenzäune etc. verbaut. Stets treffen wir im Kulturgebiete in Strichen des Blocküberflusses, wie es eben bei Bergsturzoberflächen zutrifft, auf einen grossen Reichtum von Einzäunungsmauern, während die Holzhecken zurücktreten. Hier ging das Einzäunen mit dem Urbarisieren durch Entfernen der Blöcke Hand in Hand.

Aus dem Bergsturzhaufen links der Linth, der ja den weit grösseren Teil des ganzen Bergsturzes darstellt, sind noch einige Erscheinungen hervorzuheben.

Der Kamm zwischen *Guppenrunse* und *Schüpfen* ist wohl durch den Guppenbach, der kurz nach dem Bergsturz die Rinne über *Schüpfen* und erst später seine jetzige Rinne schuf, aus dem Bergsturz herausmodelliert worden. Die sichtbaren Blöcke des *Schüpfen* sind Hochgebirgskalk, Dogger und Lias, alle entsprechend den Facies des *Glärnisch*, einige Blöcke mögen dem Neocom angehören. Im Dörfli *Schwändi* und oberhalb desselben treten Dogger und Liasblöcke häufig auf. Allein von *Schwändi* an abwärts gegen *Mitlödi* und bis an den Guppenbach, ferner über *Dickenberg* und *Trogenberg*, *Schönau* und *Horgenberg* trifft man fast ausschliesslich auf Malmtrümmerwerk.

Eine höchst eigentümliche Erscheinung ist im *Eichwald* zu finden. Vom Guppenbach südlich bis nahe auf den Scheitel des früher für anstehend gehaltenen Troskalkes bei *Schwanden* ist plötzlich auf einem Fleck von nahezu 400 m Durchmesser alles Trümmerwerk ausschliesslich aus rotem, feinconglomeratischem Verrucano gebildet. Die verschiedenen Verrucanoabänderungen vom *Kärpfstock*, *Vorab*, *Hausstock* etc. fehlen, es ist nur Verrucano einerlei Art und zwar die gleiche Abänderung, die wir anstehend im unteren Teil der *Guppenruns* und allerdings auch noch anderwärts nicht selten finden. Am wohl 3 m hohen Anschnitt des Guppenbaches erkennt man leicht, dass alles breccioses Trümmerwerk ist mit wirr durcheinander liegenden Blöcken. Die Zwischenräume zwischen den Blöcken sind Verrucanosplitter, Verrucanomehl. Gerundete Blöcke fehlen, Thonschlamm fehlt, andere Gesteine konnte ich nicht finden. Die *Guppenrunse* steht hier auf der Grenze von Verrucano und Malmkalk: Rechts der Runse lauter Verrucanoblöcke,

links lauter Hochgebirgskalkblöcke. Nur ganz vereinzelt Verrucanoblöcke traf ich linksseitig zwischen den Malmblocken. Der Schwarm der Verrucanotrümmer liegt oben, denn rechtsseitig im Bord der *Guppenrunse* folgt unterhalb wieder Malmbreccie. Ich fragte mich, ob hier vielleicht eine Verrucanomoräne dem Bergsturz aufliege, ob eine solche ihm unterliege und durchschaue, ob zerrüttete anstehende Verrucanoklippe vorliege etc. etc. Je näher ich die Erscheinung prüfte, um so mehr musste ich diese Fragen verneinen und die Auffassung gewinnen, es handle sich hier eben um einen Schwarm von Verrucanotrümmern, der aus dem Abrissgebiet mit dem Gesamtbergsturz herabgefahren ist. Für grosse Bergstürze ist es ja gerade charakteristisch, dass die verschiedenen Materialien des Abrissgebietes nicht gleichmässig gemischt, sondern schwarmweise wie in Schlieren geordnet in dem ganzen Trümmerwerk erscheinen. Da ferner der Verrucano in der *Guppenruns* rechtsseitig viel stärker auftritt als linksseitig, ist es natürlich, dass der Verrucanoblockschwarm hier im südlichsten Teile des ganzen Bergsturzgebildes erscheint. Auch die grosse Häufigkeit von Lias- und Doggerblöcken im Rücken von *Schüpfen* ist ein Phänomen dieser Art.

Eine ganz ähnliche Erscheinung hat Herr Lehrer Oberholzer in Glarus, der mich bei der Untersuchung des Gebietes sehr wesentlich unterstützt hat, im unteren Teile des Bergsturzes beobachtet. Gleich südlich der Eisenbahnbrücke bei *Mühlefuhr*, im steilen rechtsseitigen Linthborde etwa 6 m über der Linth gelegen, fällt ein grosser roter Sernifitblock schon beim Vorbeifahren auf. Mit demselben beginnt ein Trümmerwerk von rotem conglomeratischem Verrucano (Sernifit), welches sich im rechtsseitigen Linthborde etwa 50 m weit südlich erstreckt und

von der Linth mit etwa 8 m Höhe bis dicht an den oberen Rand des Steilgehänges reicht. «Der Sernifitschutt besteht grösstenteils aus kleinen scharfkantigen Sernifitsplitterchen, die in ein weiches rotes, durch Verwitterung oder Zertrümmerung des Sernifites entstandenes Material eingebettet sind, doch sieht man auch manche grössere Sernifitblöcke. Der Sernifit macht, namentlich gegen sein nördliches Ende hin, mindestens 95% der Schuttmasse aus. Es sind ihm aber auch vereinzelte Stücke von grünem Verrucano, Rötidolomit, Schiltkalk, kleinere Malmstücke und Sandsteine» (wohl Lias) «beigemengt». Ich selbst bin an dieser Stelle nur bei beginnender Dunkelheit gewesen. Es scheint mir aber doch sehr wahrscheinlich, dass wir es auch hier mit einem Schlierenschwarm von Verrucano zu thun haben. Auch hier befinden wir uns weit rechts von der Mittellinie des Bergsturzstromstriches, fast am rechtseitigen Rande des hier nach Norden gerichteten Trümmerstromes. Die Stelle kann dem gleichen Fluidalfaden bei der Bewegung angehört haben, wie der vorerwähnte Verrucanoschwarm bei *Brand* und stimmt somit wie jener überein mit der Anordnung der Gesteine im Abrissgebiete.

Oestlich von *Schwändi*, etwa 160 m tiefer liegend, gleich bevor der Weg von *Schlatt* nach *Brand*, die Guppenrunse kreuzt, findet sich auf kleinem Fleck entblösst am Weg und weiter unten im linken Bachbord bei ca. 580 m bis 560 m hinab echter Flyschschiefer. Derselbe ist nicht in Blöcken zerstreut, vielmehr anscheinend anstehend mit durchweg ca. 45° S-S-O-Fall, und vom Malmtrümmerwerk überlagert. Der Guppenbach hat hier den Bergsturz durchschnitten und den alten Untergrund entblösst. Dieser Flyschschiefer ist wohl das Bindeglied zwischen

demjenigen der *Lochseite* und demjenigen, der am *Leuggelberg* ob *Thon* ansteht und sich unter dem *Stöckli* am Fuss des *Vorderglärnisch* ob *Glarus* wieder zeigt. Der grösste Teil unseres Bergsturzes, besonders der linkslinthische ruht auf einem einst im Eocänen ausgespülten Thalboden auf.

Auf meine Anregung hin ist Herr J. Oberholzer, Lehrer in Glarus, der Frage noch näher nachgegangen, ob und wie auch Moränen auf dem Bergsturze liegen. Er hat dann solche ganz zweifelloser Natur nicht nur in den Randgebieten, sondern auch über den mittleren Teilen des Bergsturzes gefunden. Die mir von solchen Stellen gesendeten Beschreibungen und Proben lassen keinen Zweifel zu, diese Moränen enthalten echten Grundmoränenschlamm und glacialgeschrammte Geschiebe. An manchen Orten habe ich selbst Gelegenheit gehabt, die ernste sorgfältige und gewissenhafte Beobachtungsweise des Herrn Oberholzer kennen zu lernen, so dass wir seinen Mitteilungen unbedingtes Vertrauen schenken. Herr Oberholzer hat in Beziehung auf diese Frage die folgenden Beobachtungen gemacht, welche feststellen, dass unser Bergsturz nachher noch von Gletschern überflutet worden ist.

Südlich der Fabrik Marti & Co. in *Ennenda* wo wir die Moräne zuerst über der Breccie gefunden haben, folgt eine Steingrube, die in ihrer ganzen Entblössung genau gleiche Moräne aufweist, wie dort. Westlich gegenüber liegen ca. 5 m Moränen oben auf der Malmbreccie von *Hohlenstein* auf. Beiderseits der Linth von *Hohlenstein* über *Mühlefuhr* hinauf liegt die feste Malmbreccie unten. Sie ist nach oben, wie sich in guten Entblössungen sehen lässt, scharf und sehr uneben, hügelig und wellig be-

grenzt. Die aufliegende Moräne füllt die Vertiefungen oft mächtig aus, ist aber meistens auf den Scheiteln der Hügel nur dünn, oder fehlt dort auch ganz. «Es scheint mir, die Moränen haben die Oberflächengestalt des Bergsturzgebietes nicht mehr bedeutend verändert, hauptsächlich einzelne Unebenheiten ausgeglichen». Mehrmals im Linthborde in der Umgebung von *Mühllefuhr* greift die Moräne noch bis an die Linth herab. Zum letzten Mal geschieht dies südlich des oben erwähnten Verrucanoschwarmes, worauf dann noch einige Meter weiter südlich die Malmbreccie aus dem Linthgrunde steil und hoch zum Hügel von Bühlen unter der Moräne aufsteigt. Hie und da sind die Grenzen verwischt, Moräne von oben ist über die Steilborde hinabgerutscht und man bleibt unsicher.

Stellen, wo deutlich die Moräne primär im Lintheinschnitt dem Bergsturz angelagert wäre, haben weder Herr Oberholzer noch ich gesehen, vielmehr erscheint die Moräne dem Bergsturz nur aufgelagert, und bloss da reicht sie an die Linth hinab, wo sie in ursprünglichen Wellenthälern des Bergsturzes sitzt, deren Tiefe bis auf den Thalboden hinabreicht. Die Wellenthäler aber scheinen schief über die Linth zu streichen. Es geht hieraus hervor, dass der Lintheinschnitt wesentlich erst nach der letzten Vergletscherung sich in diese Tiefe hinab ausgebildet hat.

In diesem unteren Teile des Bergsturzes, sowohl an den eben erwähnten Bergsturzwellen, wie z. B. in der Grube bei der Fabrik Marti & Co. südlich *Ennenda* bemerkt man deutlich, dass die Bergsturzbreccie unter den Thalboden hinabgeht und der jetzige Thalboden dort einer späteren Aufschüttung von Linthgeschieben entspricht, welche durch irgend eine andere, weiter thalaus-

wärts gelegene Ursache (Bergsturz oder Schuttkegel des Löntsch etc.) bedingt war. Das Thal ist also hier heute weniger tief als vor dem Bergsturze und sogar weniger tief als die Linth kurz nach dem Bergsturze sich eingeschnitten hatte.

In den Materialgruben beim *Schützenhaus Glarus Steinloch* und oberhalb *Horgenberg* ist das Kalkbergsturzmaterial mit einer scharf abgegrenzten 1 bis 6 m mächtigen Moräne bedeckt. Der Kontrast im Material ist sehr auffallend. Die Moräne enthält Lehm und gerundete, oft auch deutlich geschrammte Trümmer mannigfaltiger Art und bunter Mischung. Etwa 60 m höher als Schweizerhaus, bei ca. 560 m Meerhöhe, an einer Stelle, wo wohl 100 m Bergsturzbreccie darunter liegen, hat Herr Oberholzer deutlich geschrammte, bis faustgrosse Malmkalktrümmer aus Grundmoränenschlamm herausgesammelt. Daneben enthält jene Grundmoräne Sernifit, Rötidolomit, eocäne Sandsteine etc. Eckige Trümmer sind mit gerundeten und geglätteten gemischt. Das Gebilde lässt sich gar nicht mit dem Bergsturz selbst verwechseln. Bei *Grossrüti* und *Ruchrüti* von 600 bis 700 m Meerhöhe liegen auf der Kalkbreccie viele Sernifitblöcke, die vielleicht als erratischer Natur anzusehen sind.

Das *Steinloch* in Glarus wird uns nach den Funden höher auf dem Bergsturzhaufen aufs Neue merkwürdig. Im *Steinloch* haben wir Moräne unter und Moräne über der Bergsturzbreccie in ein und derselben senkrechten Wand entblösst. Die Oberfläche der Bergsturzmasse ist sehr uneben und fällt bergwärts hinab, so dass die Bergsturzmasse nach hinten an Mächtigkeit abnimmt. Darüber folgt durchweg, so weit die Entblössung reicht, Moräne, die am höchsten Punkte 5 bis 6 m Mächtigkeit erreicht.

Der Breccienhaufen misst von der unteren zur oberen Moräne, wo er im Bruche am mächtigsten entblösst ist, ca. 10 m, in der nordwestlichen Ecke der Steingrube nur noch 3 m. Wir stehen hier überhaupt der nördlichen Zungenspitze des Bergsturzstromes sehr nahe. Das ist ein «interglaciales» Profil. Es scheint einen Rückzug der Gletscher in Interglacialzeiten bis weit in die Alpenthäler hinein zu bezeichnen, und mit den entsprechenden Erscheinungen am Flimserbergsturze und an der *Kander* zusammenzustimmen. Vielleicht aber ist das Profil nicht interglacial, sondern bloss «interstadial». Ich wüsste nicht, wie darüber entschieden werden könnte. Jedenfalls hat hier der Gletscher vor und auch wieder nach dem Bergsturze gestanden.

Noch an einer anderen Stelle ist das interglaciale Profil des Bergsturzes konstatiert worden. Im Jahre 1842 beging Escher die damals ziemlich neue Strasse «von *Glarus* nach *Schweizerhaus*» und notierte von dem jetzt theils verwachsenen, theils vermauerten Strasseneinschnitt und -anschnitt auf dieser Strecke «splittrige Malmkalkbreccie wie bei *Sool*, in der Basis darunter Streifen von Moräne». Weitere Bemerkungen sind nicht beige-
setzt. Auch die obere Moräne über den Hügeln, nahe bei *Schweizerhaus* hat schon damals Escher notiert und daraus geschlossen, die Breccienhügel seien älter als die Vergletscherung. «Verwunderlich» scheint ihm, dass die Breccie nicht an ihrer Oberfläche mehr geebnet und angeschliffen ist durch den Gletscher.

Hier bei dem Bergsturze von Glärnisch-Guppen verhält sich die Moränenauflagerung im ganzen sehr ähnlich wie am Flimserbergsturze. Sie ist zweifellos vorhanden, sie kann an manchen Stellen weit im Innern des Bergsturz-

gebietes beobachtet werden, allein grosse aufgesetzte Wallmoränen fehlen, und es fällt auf, dass wieder weite Gebiete der Bergsturzhügellandschaft (Umgebung von *Schwändi* und *Sool*) vollständig jeder Moränenbedeckung oder Ueberstreuung mit erratischen Blöcken entbehren.

Die Linth hat den Bergsturz durchschnitten. Warum hat sie das nicht dem östlichen anstehenden Abhang entlang gethan und die dortigen Gruben zwischen Bergsturz und Gehänge dazu benützt? Ich glaube, es ist nicht nur mechanisch wahrscheinlich, sondern auch aus den Niveauverhältnissen der noch vorhandenen Bergsturzrelikte ganz deutlich zu erkennen, dass der Bergsturz am entgegengesetzten Abhange viel höher hinaufgestaut stehen geblieben war, als mehr in der Thalmitte, und dass deshalb die thalaufwärts des Bergsturzes gestauten Wasser weiter zurück von der Bergsturzfront einen niedrigeren Sattel zum Ueberfliessen fanden, auf welchem dann das Einschneiden stattfinden musste. Indessen zu einer deutlichen Ausbiegung gegen Osten von *Nitfurn* bis *Glarus* ist die Linth doch durch den Bergsturz gezwungen worden. Aus den Gefällsverhältnissen der Linth scheint hervorzugehen, dass jetzt die Linth annähernd wieder ihr Gefälle ausgeglichen hat. Im Längsprofil der Linth von *Linththal* bis *Walensee* nimmt die Böschung fast ständig gesetzmässig ab, ohne dass der Bergsturz in dieser Längsprofilkurve, soweit dieselbe aus den Karten in 1:50000 konstruiert werden kann, einen deutlichen Bruch oder eine Unregelmässigkeit hervorbrächte. Allerdings ist der Einschnitt nicht auf das vorbergsturzliche Thalniveau hinabgelangt. Man sieht bei *Schwanden* wie *Ennenda*, dass die Bergsturzbrecie noch unter den jetzigen Thalboden hinabreicht. Daran ist aber nicht mehr der Bergsturz Schuld.

Ein grosser Bergsturz wirft sich als Barriere in das Thal und staut den Fluss zurück. Herrliche Alluvionsterrassen ergeben sich dadurch oberhalb der Barriere — ich erinnere nur an die typischen Erscheinungen bei *Ilanz* oberhalb des Flimsenbergsturzes. Hier ob *Schwanden* treffen wir durchaus Entsprechendes.

Bei *Thon* lehnt sich unvermittelt oben an den Bergsturz die *Matt* an. Dies ist eine ausgezeichnete vollständig horizontale Kiesterrasse der Linth. Im Niveau von 570 bis 580 m ist sie von hier weg, geradlinig gemessen, volle 3 km weit thalaufwärts bis zwischen *Leuggelbach* und *Luchsingen* zu verfolgen, wo sie dann den jetzigen Thalboden erreicht. Die Terrasse ist an der *Matt* bis 400 m breit. Sie endigt gegen das Thal stets mit steilem Absturzrand in Gestalt alter angerissener Concavufer der späteren Serpentinien der Linth. Die Terrasse ist an manchen Stellen durch Kiesgruben und Bahneinschnitt aufgeschlossen. Bei *Nitfurn* ist sie durch einen Seitenbach auf kurze Strecke unterbrochen. Sie besteht überall aus Linthgeschiebe, nach Flussart geschichtet. Hie und da ist das Geschiebe verkittet. Meist liegen die Kiesschichten flach, annähernd horizontal, oder nur wenig schief; an einigen Stellen kommen torrentielle Unregelmässigkeiten vor, im Eisenbahneinschnitt oberhalb Dorf *Nitfurn* ist sehr deutlich schiefe, thalabwärts fallende Deltaschichtung zu sehen. Herrliche Quellen brechen oberhalb *Nitfurn* am Fusse des Steilrandes unter unserer Kiesterrasse hervor. Die rechte Thalseite der Linth wird von den Schuttkegeln seitlicher Wildbäche beherrscht. Indessen gleich südlich *Schwanden* findet sich bei *Bühl* eine auffallende, ganz horizontale Terrasse und etwas höher, wo das Reservoir für die Wasserversorgung von

Schwanden erbaut worden ist, eine ebensolche im Niveau der *Matt*. Ich hätte diesen schmalen Terrassenrest wohl für eine Erosionsterrasse im anstehenden Fels gehalten, wenn nicht gerade die Grabarbeiten gezeigt hätten, dass diese Terrasse aus relativ feinem Flussgeschiebe aufgeschüttet ist. In diesem Flussgeschiebe ist der Prozentsatz des Verrucano und der Eocängesteine auffallend gross, so dass wir es da wahrscheinlich mehr mit einem gebliebenen Rest der Stauterrasse des Sernft als der Linth zu thun haben. Einzig hier oberhalb des Bergsturzes finden wir diese horizontalen Aufschüttungsterrassen aus Linth- und Sernftgeschieben — anderswo fehlen sie. Man erkennt ferner an mehreren Stellen (siehe auch unser Profil), dass die tiefsten Einsenkungen der ursprünglichen Bergsturzoberfläche mit dem Niveau der Stauterrasse *Matt* thatsächlich übereinstimmen. Die Stauung durch den Bergsturz ist deutlich, und wenn hier schiefe Deltastruktur mehr nur untergeordnet vorkommt, so darf wohl darauf hingewiesen werden, dass möglicherweise der Fluss lange durch den Bergsturz durchsickern konnte, ohne einen See bilden zu müssen, und die Bergsturzbarriere nur für seine Geschiebe ein Stauffer war. Unter solchen Umständen konnten sich die Geschiebe nach Art der oberen Deltagebiete statt nach Art der Deltastirn aufschütten.

Von der *Matt* gegen *Thon* hin fand ich viele, zum Teil sehr grosse Sernfitblöcke der Kiesterrasse aufgelagert und zum Teil an deren Steilrand sichtbar, sogar eingelagert. Wir sind hier schon ausserhalb des eigentlichen Bergsturzes. Auch Lawinen könnten diese Blöcke schwerlich so weit über die flache breite Terrasse der *Matt* hinausgebracht haben. Diese Blöcke können, wie

mir scheint, nur als erratische gedeutet werden. Erratische Blöcke in und auf der vom Bergsturz gestauten Linthkiesterrasse bedeuten wiederum, dass der Gletscher nach dem Bergsturze noch in diesem Gebiete gewesen, oder wieder hierher gekommen ist — und zwar ziemlich bald nachher, sonst könnten nicht erratische Blöcke noch im Terrassenkiese liegen. Dies bestätigt vollständig die früher erwähnten Beobachtungen über die Moränen auf dem Bergsturze.

Auf eine Thatsache muss ich auch bei dieser Gelegenheit wieder aufmerksam machen: Der Gletscher nach dem Bergsturz hat nicht vermocht, den lockeren Kies der Stauterrasse auszufegen, oder auch nur die Horizontalität dieser Terrasse zu stören; er hat ferner nicht vermocht, die hügelige Gestaltung der Bergsturzoberfläche zu verwischen, oder das Oberflächenblockwerk gründlich abzuputzen, geschweige denn, dass er den Bergsturzhaufen wegzuschleifen vermocht hätte. Schrammen an Bergsturzböcken der Oberfläche suchte ich bisher vergeblich. Sie werden, weil auf Kalk, abgewittert sein. Wenn nun gesagt wird, der Gletscher ging nicht mehr lange und nicht mehr in grosser Mächtigkeit darüber weg, so ist das vielleicht zutreffend. Allein auch wo er lange und mächtig darüber gefegt hat (Halbinsel *Au*, Molasse-terrassen am *Zürichsee*), hat er auch nicht merklich mehr in Aushöhlung zu leisten vermocht als hier.

Bei Gelegenheit dieser kleinen Untersuchung trat so recht oft die Notwendigkeit vor uns, die verschiedenen Arten von Trümmergebilden scharf zu unterscheiden, und ich möchte diese Unterscheidung, wie sie sich im allgemeinen gestaltet, und wie sie sich in der Anwendung auf den vorliegenden Fall stellt, noch kurz zusammenfassen:

I. Grosser Bergsturz.

Trümmernmaterial eckig, splittrig, wechselliegend, oft mit Lücken zwischen den Trümmern. Das Bindemittel besteht in der Regel aus dem gleichen Material wie die Blöcke, in eckige Splitter und Pulver zermalmt (Ausnahme: Bergsturz von Goldau, wo die abgerutschten Mergelbänke das Bindematerial zwischen der in Blöcke aufgelösten Nagelfluh bilden). Das Gesteinspulver ist mechanisch hineingepresst in die Lücken zwischen den grösseren Trümmern; es kann auch durch Lösung in den oberen Teilen umgesetzt und in den tiefern wieder als Secretion abgesetzt sein. An den Blöcken oft Schlagwunden mit Pulverisierung, oder Tendenz zur scharfen Zersplitterung des umgebenden Gesteins (Zersplitterungstextur), auch kurze einzelne, oft gebogene Hiebschrammen auf ungeglätteter Gesteinsfläche und splittrige innere Zertrümmerung ganzer Blockstreifen. Meist an jeder Stelle Vorherrschen einer bestimmten Gesteinsart, Verteilung allfällig verschiedener Gesteinsarten in schlierenförmige Schwärme, und schlierenförmige Anordnung in Streifen, auch bei einheitlichem Material. Gesteinsarten nur aus der nahen Ausbruchsnische. Blöcke aller Dimensionen, hie und da grosse, scheinbar anstehende Fetzen in Trümmern schwimmend. Oberflächegestalt ein hügliges Haufwerk, oft von Form eines Gletschers oder Lavastromes mit scharfer Umgrenzung, Brandungserscheinungen, und mit flacher Böschung der Mittellinie des Stromstriches.

II. Kleiner Bergsturz und Gehängeschutt.

Stücke nach Form und Herkunft wie bei I, Schlagwunden hie und da deutlich, Lagerung lockerer, kein

Zermahlungspulver zwischen den Stücken, keine ausgeprägte Zersplitterungstextur, äusserlich regelmässige Kegelgestalt mit 20 bis 35° Böschung, an das Herkunftsgebiet sich anlehnend; Streuung der grössten Blöcke am unteren Rande.

III. Moräne.

Trümmermaterial teils eckig, teils gerundet in allen Abstufungen bei ein und derselben Gesteinsart. Die gerundeten Stücke zum Teil gut poliert und vielfach geschrammt. Die Schrammen alle ziemlich gerade, stark linear, lang im Verhältnis zur Breite und auf geglätteter bis polierter Fläche. Verschiedene Gesteinsarten der gleichen Thalseite thalaufwärts entstammend, oft aus grosser Entfernung. Zwischenmaterial thonig, sandig, oft ganz verschieden von den eingebackenen Trümmern; wenn thonig, dann oft an Masse weit vorwiegend, so dass die Steine sich in der Regel nicht berühren (Grundmoränen). Blöcke selten über 1000 m³ gross, die grossen meist eckig, die geschrammten meist klein, letztere selten bis 1 m³. Flach ausgebreitet, oder in Hügelzügen wallförmig. Kommt in zwei extremen Typen, Obermoränen und Grundmoränen und ihren Mischformen vor. Einzelne geschrammte Geschiebe können auch in einem Bergsturz sich finden und aus früheren, mit dem Fels niedergebrochenen Moränen stammen. Es ist deshalb nicht ein einzelnes Geschiebe, sondern die ganze Moräne entscheidend.

IV. Wildbachschuttkegel.

Alle Geschiebe matt, ganz bedeckt mit feinen Schlagfiguren, ohne tiefe Schlagwunden und mehr oder weniger, oft sehr vollkommen gerundet, keine Schrammen, die sämtlichen Gesteinsarten des Sammelgebietes an jeder

Stelle ungefähr gleichförmig gemischt, aber nach der Grösse einigermassen geschichtet. Zwischenmittel feinerer Kies und Sand, meist ohne Schlamm, Oberfläche von Gestalt der Kegelfläche mit gleichförmiger Böschung der Mantellinie, meistens von 2 bis 10°, Geschiebe meist faust- bis kopfgross, selten über 1 m³.

V. *Flusskies*.

Alle Geschiebe matt, mit feinen Schlagfiguren und gerundet, ohne Hiebwunden, ohne Schrammen, die sämtlichen Gesteine des oberen Thallaufes gleichförmig gemischt und geschichtet. Schichtung flach, Oberflächenböschung flach, Geschiebe kleiner. Zwischenmittel Sand und Schlamm, durch Zerreiben der Geschiebe entstanden, Lehm höchstens in dünnen Streifen.

In Anwendung auf unseren Fall treten die Unterschiede oft sehr prägnant hervor. Im besonderen enthält hier der Bergsturz an einer Stelle vorherrschend einerlei und zwar mit wenigen Ausnahmen vorherrschend Malmkalk, die Moränen hingegen sehr viel Verrucano und Taveyanazsandsteine, alle Gesteine vom Amphibolit bis zum Eocän. Der Verrucano des Bergsturzes ist fast nur rot sandsteinig, in den Moränen hingegen kommen ausserdem sehr häufig weisse, grüne, conglomeratische, felsitische, sericitische Abänderungen zusammen mit Melaphyren vor. Taveyanazsandstein fehlt unserem Bergsturz und auch den Wildbachschuttkegeln von *Guppenrüns* und *Hanslirüns* vollständig, er findet sich sehr häufig in den Moränen. Der Linthkies enthält die gleichen Gesteinsarten wie die Moränen, zeigt aber ganz andere Gestalt und Ordnung der Trümmer. Das Bild der fünf Arten Trümmernmassen ist hier ein sehr verschiedenes, und besonders ist der

Bergsturz sehr bestimmt und leicht als solcher zu erkennen. Das Herausstechendste ist stets die Einförmigkeit des Materiales und dessen Zersplitterungstextur und Zermalmungsstaub ohne Sand und ohne Lehm als Zwischenmittel.

Endlich ist der Bergsturz auch leicht zu unterscheiden von einer anstehenden innerlich zertrümmerten Masse, einer sogenannten Dislokationsbreccie, wie z. B. bei *Saleren* am *Walensee* eine sich findet, und zwar allgemein durch:

1) Häufig deutliche Schlagwunden und Hiebschrammen an den eckigen Blöcken des Bergsturzes.

2) Häufig Einlagerung einzelner heterogener Gesteinsstücke — Mischung verschiedener Gesteine.

3) Meistens die totale gegenseitige Verstellung der Trümmer, stärker ausgeprägt als bei der Dislokationsbreccie.

4) Oberflächengestalt ein Trümmerhaufe von Kegel- bis Stromform, Staudelta oberhalb etc.

5) Im vorliegenden Falle noch Unterlagerung durch Moräne.

Alle diese Dinge sind hier mit solcher Klarheit ausgeprägt, dass die Bergsturznatur des Breccienberges zwischen *Schwanden* und *Glarus* als vollständig bewiesen gelten muss.

Die allgemeine Gestalt verdient noch besondere Hervorhebung. Es ist nicht denkbar, dass hier mehrere einzelne kleinere Bergstürze sich allmählich angehäuft hätten. Solche hätten einen sich nach der *Guppenrunse* hoch hinauf anlehnenden Schuttkegel, aber keinen Soolhügel ergeben, und sie hätten die Linth an das östliche Ver-rucanogehänge gedrängt. Hier hingegen ist eine Form

und innere Struktur des Schutthaufens entstanden, wie sie nur durch einmaligen gewaltigen Hinsturz sich entwickeln konnte. Zunächst hebe ich nochmals hervor, dass die Gesteine unseres Bergsturzes so und in diesen relativen Mengenverhältnissen nur am *Glärnisch* vorhanden waren und noch vorhanden sind. Das im Ganzen sehr spärliche Auftreten von Kreideblöcken im Bergsturze deutet darauf hin, dass der Abriss nur bis an den unteren Rand des *Guppenfirnes* gereicht hat, wo eben die Kreide am *Glärnisch* beginnt. Es stimmt dies auch vollständig mit der Gestalt des Abrissgebietes überein. Das Guppenfirnplateau hat vorher wohl weiter nach Osten vorgeragt. Die Gestalt des Trümmerhaufens und sein Herauswachsen aus der *Guppenrunse* zeigt, dass jene gewaltige Nische das Abrissgebiet des Bergsturzes war. Nach der allgemeinen Klassifikation gehört unser Glärnisch-Guppen-Bergsturz zu den Felsstürzen.

Wenn wir uns die Ausspülung durch die Linth wieder ausgefüllt denken, so erhalten wir als Rückenlinie des Schutthaufens eine Kurve, welche zunächst aus der *Guppenruns* über *Schwändi* zu den Hügeln nördlich *Sool* geht. Das war zugleich die Mittellinie des Stromstriches für die Trümmerströmung. Hier schlug am gegenüberliegenden Thalgehänge die Trümmersmasse auf und wurde über sich selbst teilweise zurückgeworfen. Hier erlangte sie denn auch mit ca. 200 m ihre grösste Dicke. Die Stromstrichlinie wurde von hier an thalabwärts und zu gleicher Zeit gegen die linke Thalseite geworfen, und so kommt es, dass östlich *Mittlödi*, rechts der Linth die Höhe des Breccienhügels rasch thalauswärts abfällt, die Hauptschuttmasse sich nun links hinüberwirft, rechts die Ebene von *Ennenda* stehen lässt, links aber bis vor

Glarus am Fusse des *Vorderglärnisch* hohe Massen häuft. Der Vorgang war also ein Absturz, ein Anschlagen an die gegenüberliegende rechtseitige Thalwand und von da wurde die Hauptmasse thalabwärts nach links zurückgeworfen. Auch hier wieder treffen wir die einer flüssigen Fluth entsprechenden Vorgänge der Bewegung.¹⁾

Die grösste Breite des Bergsturzhauens beträgt nicht ganz 3 km von *Schüpfen* bis an die östliche Verrucanowand nördlich von *Sool*. Die dadurch ins Linthal geworfene Barriere liegt im Thalweg auf volle 5 km Länge. Im Stromstrichwege des Bergsturzes gemessen, erweist sich der Trümmerstrom als 3 km bis zur Abprallwand und von dort noch fast 4 km bis zum Ende in *Glarus*. Wäre in der primären Sturzrichtung ein Thal gelegen, so hätte sich da gewiss ein Trümmerstrom von über 10 km Länge entwickelt. Der Anprall am entgegenstehenden Verrucanoberg hat seine lebendige Kraft mächtig aufgefangen.

Die Dicke des Trümmerhauens ist meistens zwischen 50 und 100 m, steigt aber in den mittleren Teilen des Stromstriches, und wo er an die Ostwand anbrandet, auf 150 bis 200 m. Das ganze Areal, welches vom Ablageungsgebiete eingenommen wird, beträgt im Grundriss 8,8 km²; sein ursprüngliches Volumen vor dem Linthdurchschnitt bestimmte ich auf ca. $\frac{4}{5}$ km³ (800,000,000 m³, das ist ungefähr 80 mal den Elmerbergsturz). Die Ausspülung durch die Linth von *Schwanden* bis *Emmenda* beträgt etwa $\frac{1}{5}$ km³ (200,000,000 m³), so dass der jetzt noch vorhandene Bergsturzhaufe noch gegen $\frac{3}{5}$ km³ misst. Die jetzige Linth wäre im stande, eine solche Ausspülung

¹⁾ Vergl. A. Heim „Der Bergsturz von Elm“ (Zeitschr. der Deutsch. geol. Ges. 1882, S. 74—115 u. 435—439).

in ca. 4000 bis 5000 Jahren zu vollführen; bei dem lokalen Gefällsübermass, welches sich auf der Bergsturzschwelle ausbilden musste, mochte es in der halben Zeit geschehen.

Die Abrissnische vom vorderen Rand des *Guppenfirnes* bis auf 1200 m Höhe in der Guppenschlucht hinab und vom *Guppenneck* bis an die nähere Kante des *Vorderglärnisch* schätze ich auf 1200 m Höhe, 1000 m mittlere Breite und 600 m Dicke, woraus ein Nischenraum von 720,000,000 m³ sich ergibt. Obschon diese Dimensionen keiner genaueren Abgrenzung fähig sind, weil man nicht genau sehen kann, wie breit und noch weniger wie dick das Abgestürzte war, stimmt doch dieser Nischenhohlraum vortrefflich mit dem Volumen des Ablagerungsgebietes überein.

Auch im *Etschthale* hat Penck gezeigt, dass viele grosse Bergstürze den letzten Stadien der Eiszeit angehören, und dies gilt vom Bergstürze von *Flims* wie von demjenigen von Glärnisch-Guppen und vielleicht von noch manchen anderen. Dafür drängt sich eine Erklärung auf: Während der Eiszeit füllten die Gletscher die Thäler und hielten die Berggehänge. Allein die Verwitterung lockerte doch die Gesteine tiefer und tiefer. Erst mit dem Rückzuge der Gletscher aber war der den Absturz hindernde Gegendruck weg, und nun konnten die gelockerten Massen auf einmal fallen, die sonst vorher allmählig abgebröckelt wären.

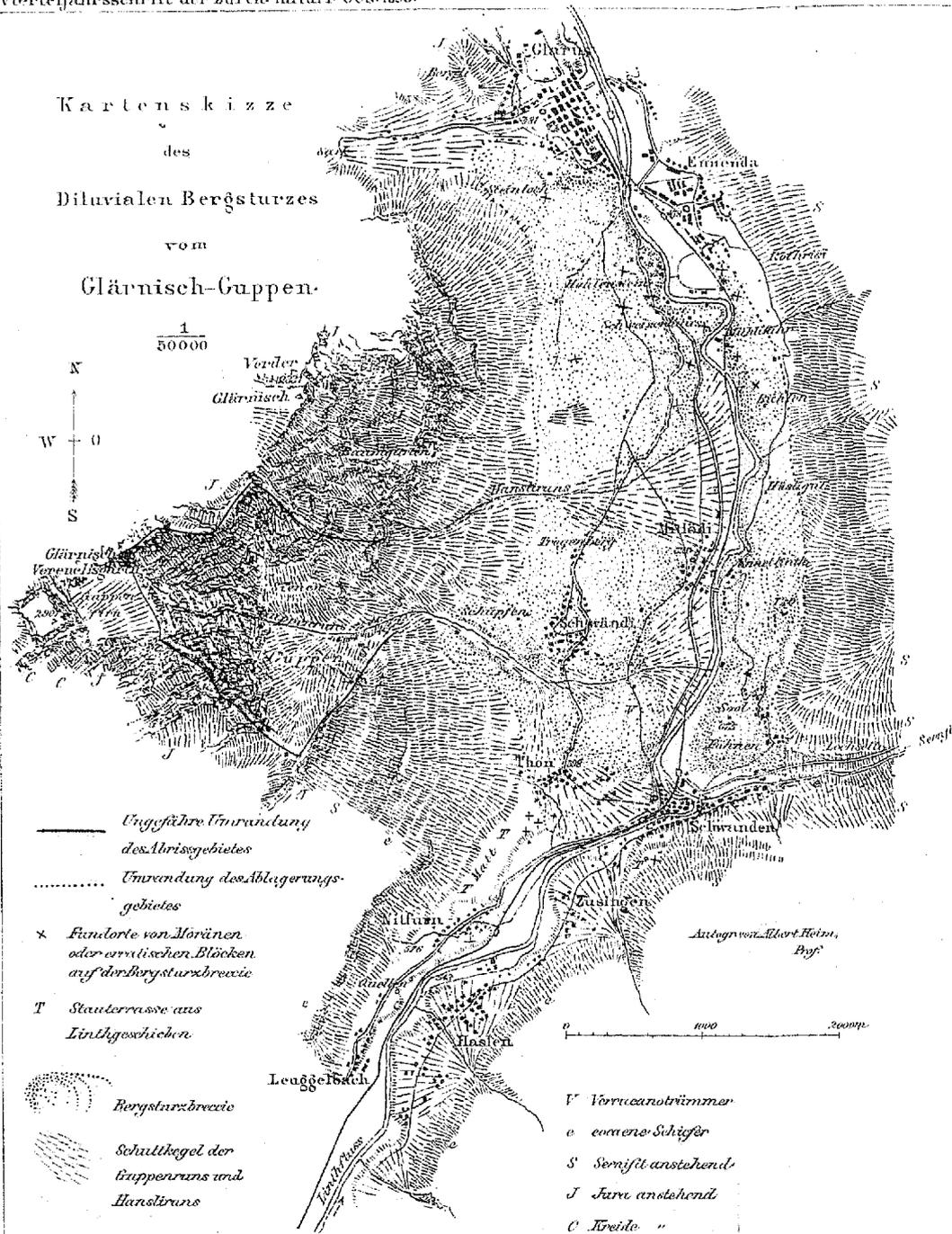
* * *

Die kleine Untersuchung, die ich hier niederlege, habe ich noch ohne Wissen davon ausgeführt, dass, schon

vorher gedruckt, eine ganz andere Auffassung dieses Gebietes in die Welt hinausgeworfen worden ist. Ich las erst nachher den Abschnitt über die «Grabenbrüche des Linththales» in Rothpletz' «Geotektonische Probleme». Nachdem ich es jahrelang vermieden habe, in eine wissenschaftliche Polemik mit Rothpletz einzutreten, sehe ich mich leider durch sein Vorgehen dazu mehr und mehr gezwungen. Ich wollte aber damit nicht die Darstellung des Bergsturzes Glärnisch-Guppen, die sachlich keine Veränderung erleidet, stören, sondern ich werde die nächste Nummer meiner «Geologischen Nachlese» den Streifzügen des Herrn Rothpletz in den Glarneralpen widmen, um den ferner stehenden Fachgenossen (die mit der Gegend vertrauten bedürften dessen nicht) Anhaltspunkte darüber zu geben, welcher Wert diesen Streifzügen und den darauf gegründeten Behauptungen beizumessen sei.

Kartenskizze
des
Diluvialen Bergsturzes
vom
Glärnisch-Guppen.

1
50000



— Ungewisse Umrandung
des Abrisgebietes
..... Umrandung des Ablagerungs-
gebietes

x Fundorte von Moränen
oder erratischen Blöcken
auf der Bergsturzbremse

T Stauterrasse aus
Linthgeschichte

Bergsturzbreccie
 Schuttkegel der
Guppenrins und
Haslenrins

0 1000 2000m

V Vorvarcanstrimmer
e eocene Schiefer
S Senftl. anstehend
J Jura anstehend
C Kreide "

GLÄRNTSCH

