

Die postglazial-prähistorischen Biaschina-Bergstürze.

Von

HANS NÄGELI (Zürich).

Mit 1 Karte und 2 Profiltafeln.

(Als Manuskript eingegangen am 15. Oktober 1919).

Historisches.

Escher von der Linth (1868). Schon in einer Notiz von A. Escher von der Linth aus dem Jahre 1868 wird etwas über die Blöcke von Chironico ausgesagt, schon damals wurden sie mit den Ablösungsflächen der linken Talseite kombiniert und als Bergsturzblöcke angesehen. Escher scheint sich in der Hauptsache auf die Abhandlung eines gewissen Guschetti zu berufen, die ich leider nirgends aufstreichen konnte; vielleicht handelt es sich um eine Arbeit, die Manuskript geblieben ist. Escher meint, das steile Einfallen der Kluftflächen bei Anzonico bilde nur eine Ausnahme, denn er sagt (Lt. 4 p. 150): „In fast allen Töbelchen am Sobrio-Cavagnago-Weg, soweit man sieht, tritt wagerechter Gneiss zutage, zahlreiche Fällchen bewirkend.“ Das ist ein Irrtum, das bedeutende Fallen des Gneisses im Sinne des Gehänges ist im Gegenteil die Regel und zwar durchgehend talaufwärts wie talabwärts. Die Talstufe von Lavorgo wurde schon von ihm (vielleicht nach Guschetti) als Bergsturzstufe betrachtet (Lt. 4 p. 152): „Die bedeutende Talstufe zwischen Giornico und Lavorgo ist veranlasst durch einen alten Bergsturz, zwischen dessen Trümmern der Tessin Prachtwasserfälle und die schönsten Windungen bildet.“

Auch Rütimeier hat sich im Tessin wissenschaftliche Fragen gestellt und hat Vergleiche mit dem Reusstal vorgenommen. Das Defilé von Chironico wird auch angeführt, er sagt u. a. (Lt. 6 p. 353): „Zwischen Chironico und Lavorgo betritt man das Gebiet von noch heute nicht weggeräumten Moränen“ und meint damit den „Bergsturz von Chironico“. An einer andern Stelle heisst es (Lt. 5 p. 31): „Die künftige Vertiefung des Schnittes bei Chironico wird den Kessel von Faido drainieren, den Durchschnitt bei Dazio vertiefen und folgerichtig selbst bis Bedretto wirken müssen.“ Und gerade hier findet

er in Erosionskesseln, die mit glazialer Auskolkung der Felswände nicht verwechselt werden können, 50 m über dem jetzigen Flussbett, interessante Spuren zur Veranschaulichung dessen, wie rasch sich ein Fluss einsägen kann. Unmittelbar unterhalb davon beginnt mit der untern Leventina „das regelmässige Tal des Tessin“, in welchem der Fluss im Gegenteil nur noch aufschüttet.

Ein Jahr darauf (1875) lässt G. Seiler im Jahrbuch des S. A. C. einen Exkursionsbericht unter dem Titel „Über den Passo del Laghetto“ erscheinen. Der Weg über diesen Pass geht von Lavorgo aus. Uns interessiert hier nur die erste Wegstunde. Seiler schreibt (Lt. 8 p. 287): „20 Minuten unterhalb Lavorgo führt eine Brücke über den Tessin und von da ein schönes Strässchen in $\frac{3}{4}$ Stunden im Zickzack einen alten, aus gewaltigen Gneissblöcken zusammengesetzten Gletscherwall hinauf, der prächtig mit alten, knorriegen Kastanienbäumen bewachsen ist, die hier, wie sonst im Tessin, das weite Steinland malerisch beleben.“ Seiler hat die Erscheinung nicht regelrecht studiert, sondern wahrscheinlich nur während seiner kurzen einmaligen Begehung als Gletscherwall aufgefasst; inwieweit er zu seinem Urteil kompetent war, muss ich dahingestellt sein lassen.

W. Hellwag hat 1876 eine Schrift über „Die Bahnachse und das Längsprofil der Gotthardbahn“ veröffentlicht. Schon die Überschrift lässt erwarten, dass hier alles auf die Bahnlinie, ihre Führung und Fährdung abzielt, nichtsdestoweniger hat Hellwag interessante Beobachtungen gemacht, die auch an dieser Stelle erwähnenswert sind.

Nach Hellwag ist der Verwitterungsprozess für die Gotthardlinie ein besonders starker Feind, weil der Höhenunterschied von Tal- und Firstlinie ein sehr beträchtlicher ist, und der Prozess in der Regel, je höher das Gebirge, desto rascher vorwärtsschreitet. Die Verwitterungsarbeit in den Höhen macht sich im Tal unten dadurch bemerkbar, dass ihre abgelösten Produkte sich der Erosionsrinne als Schuttsammler bedienen und sich in derselben auftürmen, ja ihr manchmal ein ganz eigenartiges morphologisches Bild aufprägen. Hellwag zufolge sind alle Steinablösungen gleicher Natur, er unterscheidet die in Bewegung versetzten Massen nach der akuten oder chronischen Bewegungsart derselben. Von Bergstürzen zählt er auf der Südseite des Gotthard einen bei Lavorgo und einen bei Bodio auf; ihre Ursachen sind die gleichen, er erkennt sie „im Vorhandensein von Rutschflächen, auf welchen durch Querklüfte abgeschnittene Keile der Berggehänge“ abgeglitten sind.

Hellwag setzt sich morphologische Fragen vor, die ganz ausser-

halb seiner eigentlichen Aufgabe liegen; so z. B. fallen ihm die das Hauptteil rechts und links begleitenden Terrassen in der mittleren Leventina bis zum Plateau von Chironico auf, er hält sie für „Überreste der Gehänge eines niederen Talweges“. Die enge Schlucht von Dazio grande ist schon für ihn ersichtlich ausschliesslich eine vom Wasser nach der Zeit des Gletscherregimes geleistete Vertiefungsarbeit. Auch der kleine Bergsturz von Calonico ist Hellwag nicht entgangen, er verlegt ihn in die Ausmündung des Seitentales von Calonico; von einem solchen Seitental kann man aber nicht wohl sprechen, eher von einer Bergsturznische. Wichtiger ist, dass schon er diesen Trümmerhaufen für „uralt“ gehalten hat, indem er umsonst nach Spuren andauernder Bewegung und rezenter Blockstürze gesucht hat.

Schliesslich, und das ist für mich das interessanteste, spricht er sich kurz auch über die Stromschnelle unterhalb Lavorgo aus. Das hier mit der Talrichtung übereinstimmende Schichtenstreichen und deren talwärts gerichtete Neigung auf der linken Seite lässt er nicht ausser Acht (Lt. 9 p. 43): „So sicher auch der eine solche Piottine (Felsbank) unterlagernde und im Talboden fussende Fels ist“, sagt er, „ebenso drohend sind die weiter oben noch auf ihm hängenden, von andern Piottinen begrenzten Felsscheiben, von deren Rändern grosse Blöcke zeitweise abbrechen.“

Davon, dass die linke Talseite hier einen enormen Bergsturz geliefert haben soll, erwähnt Hellwag kein Wort. Die Stromschnelle scheint ihm durch andere Ursachen als durch eine Bergsturzschwelle bedingt zu sein. Hören wir, was er sagt (Lt. 9 p. 45): „Auf dem rechten Talgehänge erstreckt sich zwischen Nivo und Al Tirolo eine Moräne, auf deren Plateau, am Fusse der überragenden Felswände Chironico liegt und deren südwestliche Fortsetzung den terrassierten, zuoberst mit Bergsturzschutt bedeckten Monte Pellegrino bildet. Von da talabwärts trennt nur ein Sturzhaldenfuss die steilaufstrebenden Klippwände von der Talsohle.“ Also eine Moräne hat sich bei Chironico, besser gesagt bei Lavorgo, dem Tessin entgegengesetzt, eine mit etwas Bergsturztrümmern oberflächlich bestreute Moräne? Das ist die Ansicht Hellwags im Jahre 1876, wir werden gleich hören, was andere seither behauptet haben.

1882 ist eine von Dr. Rolle bearbeitete geologische Karte des südwestlichen Graubünden und nordöstlichen Tessin im Maßstab 1:100 000 erschienen, das Dufourblatt XIX (Lt. 14). In der mittleren Leventina ist er mit drei seiner Signaturen ausgekommen: Gneiss, Glimmerschiefer und (Gerölle, Schutt, Bergstürze). Die Grenzführung

zwischen Gneiss und Glimmerschiefer hat er gut getroffen, nur lässt er auf der rechten Talseite den Glimmerschiefer im Val Chironico aufhören und gibt ihn südlich davon nirgends mehr an. Ich habe auf dem Grat zwischen Val Osadigo und Val Folda, auf Alpe Perla und bis hinunter nach Cossomo ob¹⁾ Ursino unanfechtbaren Stauolith-Glimmerschiefer angeschlagen. Was das „aufgeschwemmte Gebirge“ betrifft, ist sehr bedauerlich, dass man bei seiner Signatur „eb“ nicht ohne weiteres wissen kann, ob er die betreffende Schuttal lagerung für Bergsturz oder Wildbachmure oder gewöhnliche Schutthalde gehalten hat. In der Biaschina begeht er einen groben Fehler; die ganze enorme Trümmermasse östlich Nivo-Chironico-Al Tirolo wird als anstehender Gneiss in die Karte eingetragen und erst unterhalb Tirolo, z. T. schon bei der heutigen Station Giornico, kartiert er Gerölle, die er, wie mir scheint, als das beim Austritt in das Haupttal fallengelassene Alluvium der Zuflüsse Ticinetto und Barolgia aufgefasst hat. Dieses Schwemmland, der kleine Bergsturz „von Calonico“ und die ganze Sturzhalde von diesem linker Hand bis Lavorgo ist von ihm gewissenhaft wiedergegeben worden, umso mehr erstaunt mich das Auslassen des so schön ausgebildeten und grossen Schuttkegels von Bodio, der an Masse doch wenig hinter demjenigen zwischen Faido und Chiggiogna zurücksteht.

F. M. Stapff war als Ingenieur-Geologe am Bau der Gotthardbahn engagiert und hat sich besonders durch seine Tunnelprofile einen Namen erworben. Seine „Beobachtungen im Tessintal“ (1881/82) haben nur noch historisches Interesse, sie sind heute überholt und von Lautensach gebührend kritisch berücksichtigt worden. Seine berufliche Tätigkeit wies ihn auch in die Biaschina und wir wollen nun sehen, was für Gedanken er sich über diese Talstrecke gemacht hat. Ist diese Stromschnelle tektonisch bedingt? hat sie glaziale Ursachen? oder steht sie etwa nur mit torrentiellen Vorgängen in Beziehung? Seiner Beschreibung ist zu entnehmen, dass er die plötzliche Verschmälerung des breiten Talbodens zu einer Rinne, die ausschliesslich vom fliessenden Wasser besetzt wird und das gleichzeitig an dieser Stelle einsetzende relativ grosse Gefälle nicht in Korrelation bringt, sondern vielmehr jeder Tatsache ihre besondere Ursache zugesellt. Stapff spricht sich wie folgt aus (Lt. 13 Bd. 33, p. 610):

„Eine absehwerre Talsperre aus anstehendem Gestein, entsprechend jenen von Stalvedro und Dazio grande, besitzt die Biaschina

¹⁾ Ich gebrauche die Worte „ob“ und „oberhalb“ im gleichen Sinn wie Lautensach. Oberhalb will bedeuten: talaufwärts, ob: gehängeaufwärts; die entgegengesetzten Bezeichnungen sind „unter“ und „unterhalb“.

nicht, nur Schuttmassen verlegten hier das Tobeltal; der aufgedämmte Tessin durchfrass sie allmählich entlang dem linksseitigen Talgehänge.“ Und weiter unten:

„Die Verbindung zwischen mittlerer Leventina und unterer war tektonisch offen. Hier bildet eine Schwelle schwiebender Gneisschichten die Grenze beider Talstufen; oberhalb ist das Einfallen auf beiden Talseiten gleichsinnig, unterhalb gegensinnig. Der Antiklinalbruch greift tief unter die Schwelle, daher die Talstufe mit ihren Wasserfällen in der Bruchlinie.“

Ich muss hier anführen, dass sich Stapff allem Anschein nach die Entstehung der Gebirgstäler noch nach der Spaltentheorie erklärte. Das Val Bedretto, die obere Leventina z. T. und die untere Leventina sind ihm zufolge in antiklinale Tektonik eingebrochene Spaltentäler, die mittlere Leventina verhält sich abweichend, in ihr ist die Schichtenstellung auf beiden Seiten gleichsinnig, das Tal demnach isoklinal. Die Übergangsstelle von isoklinal nach antiklinal soll, nach Stapff, die Beugung des Gefälles in der Biaschina verständlich machen (Lt. 13 Bd. 33 p. 609): „Die antiklinale Spalte der unteren Leventina ist tiefer gerissen oder erodiert als der den Schichten folgende Cannon der oberen; deshalb besitzt der Übergang starkes Gefälle und der Tessin stürzt hier aus Fall in Fall.“ Er hat für diese Stufe also scheinbar eine tektonische Daseinsberechtigung gefunden, ähnlich derjenigen von Stalvedro und Dazio grande, nur versteckter, und mit dem anderen wichtigen Unterschied, dass das Tal an dieser Stelle keinen anstehenden Damm, sondern nur einen Knick aufzuweisen hat. Frappant soll sich diese Erscheinung im Verhalten der Talfanken ausdrücken: wo steile, apere Klippwände urplötzlich aus dem Talboden aufsteigen, fallen die Gneisschichten bergwärts ein; solche Wände trifft man in der mittleren Leventina nur auf der Südwestseite an, in der unteren aber fassen sie das Tal auf beiden Seiten ein. Diese ist eben ein Antiklinal-, jene ein Isoklinaltal.

Uns interessieren jetzt aber besonders „die Schuttmassen, welche das Tobeltal der Biaschina verlegten.“ Hält Stapff mit Hellwag dafür, dass sie glazialer Abkunft seien oder führen ihn seine Eindrücke zu anderen Annahmen? Zunächst kann es dem Beobachter nicht entgehen, dass der Schuttwall unmittelbar der Mündung eines verhältnismässig grösseren Seitentales vorliegt, und er wird sich ohne Zweifel sagen, dass da wohl eher eine Lagebeziehung als ein blosser Zufall bestehe. Das Seitental ist das Val Chironico, sein geologischer Faktor der Ticinetto. Dieser „kleine Tessin“ hat sich in den ihm unbequemen Trümmerhaufen eingefressen und zum Tessin hindurch gebahnt.

Die so entstandene Zweiteilung des Schuttberges hat dazu geführt, dass jeder Abschnitt seine eigene Benennung erhielt: der obere Flügel führt die Lokalbezeichnung *Ruvina*, nach seiner rüfigen Beschaffenheit wahrscheinlich, der untere ist der *Monte Pellegrino*, nach der Wallfahrtskirche für Beinleidende, die auf ihm steht.

Der Bau der Gotthardlinie hat am Fusse des Monte Pellegrino, da ungefähr, wo zur Zeit die Station Giornico steht, einen Aufschluss geschaffen, der Stapff zugutekam, er hat denn auch seine Folgerungen daraus gezogen. Sein Profil begreift einen Anschnitt von rund 20 m Mächtigkeit in sich, mit dem Niveau der Bahnlinie von 441 m als Basis. Ich lasse Stapff selber sprechen (Lt. 16 Bd. 34 p. 70):

„Aus meiner Profilskizze ersieht man, wie auf einer Grundmoräne von ca. 10 m Mächtigkeit (über dem Horizont 441 m) grobe kantige Blöcke einer Endmoräne 2 m hoch lagern. Auf diesen ist das eigentliche Schuttkegelmaterial abgesetzt: wechselnde Schichten von grobem, aber geschichtetem Schutt mit zwischengeschobenen Sandlagen; feiner ungeschichteteter Schutt usf. Die Schichten scheinen horizontal zu verlaufen, weil der Anschnitt ihrer Streichrichtung folgt; in Wirklichkeit fallen sie der Böschung konform talwärts ein. Da die meisten derselben sehr deutlich verwaschene regelmässige Geschiebe- und Sandstraten enthalten, so scheint der Schuttstrom in ein Wasserbassin geflossen und während seiner Ablagerung aufbereitet zu sein. In den geschichteten Bänken des Pellegrino-Schuttkegels habe ich über der Grundmoräne nur Gesteine gefunden, welche im Val Chironico anstehen.“

Dazu habe ich zu bemerken, dass es nicht wohl angeht, aus 6—8 m geschichtetem Schutt, den man angetroffen hat, auf die Konsistenz des ganzen übrigen darüberliegenden Berges zu schliessen, der noch etwa 200 m höher hinaufreicht. Auch wird man grobe Erratika von höchstens $2\frac{1}{2}$ m hoher Aufhäufung kaum mit Sicherheit als Endmoräne unterscheiden und abtrennen können.

Am einfachsten, meint Stapff, wäre es gewesen, den ganzen Monte Pellegrino und wohl auch die Ruvina als einen simplen Schuttkegel aufzufassen, er glaubt jedoch durch den Befund seines Profils von dieser Deutung etwas abweichen zu müssen und vermutet, um die Schichtung, der er darin begegnet ist, mitzuerklären, einen Absatz des Materials in stehendem Wasser. Damit wäre zugleich eine andere Frage gelöst, er meint die beinahe ebene Oberfläche, die Terrassenform der Ablagerung. Natürlich kommt ihm seine Vorstellung vom pliozänen Tessinfjord hier sehr zu statthen, in diesen also hätte sich der grosse Trümmerwall als enormes Wildbachdelta aus dem Val

Chironico heraus ergossen. Doch nein: Das Material muss in postglazialer Zeit hierher disloziert worden sein, ruht es doch einer mächtigen Grundmoräne auf, und sonst hätte der grosse Gletscher es doch längst wieder ausgeräumt. Gut, man kann ja der Schwierigkeit dadurch begegnen, dass man dem Gletscherrückzug das Meer wieder auf dem Fusse folgen lässt und in diese letzte, nur kurze Zeit währende Transgression das Val Chironico-Delta sich hineinbauen sieht. Aber warum hat dieser marine Vorstoss keine Fossilien gebracht? Stapff ist sich bewusst, dass ihn dieser Gedankengang zu keinem befriedigenden Ziel bringt, er sagt selber: „dies klingt sehr kompliziert und wenig wahrscheinlich.“ Am liebsten möchte er das Problem durch Annahme eines Binnensees anstatt des Meeres lösen, doch fehlt heute ein Abschluss, „man wolle denn Gebirge konstruieren, da wo jetzt die Täler sich erweitern, verflachen und in die Ebene einmünden“ (Lt. 16 Bd. 34 p. 72).

Für die „Piano“ di Chironico steht ihm noch eine zweite Deutung zur Verfügung; die übermässige Schuttlieferung aus dem Nebental hat das Haupttal geschlossen und damit dessen Strom zum Stehen gebracht, oder, wenn es sich um einen Fjord gehandelt hat, diesen subaquatisch geteilt, so dass nach dem Abflauen der marinen Wassermengen unterhalb, oberhalb nur ein gestauter Binnensee zurückblieb. In beiden Fällen musste der See einen Abfluss haben, denn er wurde vom Niederschlagswasser der ganzen oberen Talpartie bis zum Gotthardgebirge hinauf unablässig reichlich gespiesen. Dieser Überfluss kann ein anfangs seicht und breit abfliessender Strom gewesen sein, „der die Oberfläche des Schuttwalles planierte und die groben Blöcke auf dem Plateau von Chironico liegen liess“ (Lt. 16 Bd. 34 p. 543).

Mit Recht geht Stapff nicht achtlos an diesen Blöcken vorüber, er drückt sich in einer Anmerkung noch besonders über sie aus (Lt. 16 Bd. 34 p. 70): „Manche dieser Blöcke sind aber von der rückwärtsliegenden Klippwand erst nachträglich abgestürzt; und einige in loco verbliebene, obwohl vom anstehenden Gestein losgetrennte und meist etwas verschobene Klippen. Die Gleichaltrigkeit des Glimmergneisses, aus welchem diese Blöcke bestehen, erschwert die Deutung ihrer Herkunft.“

An einer Stelle gibt Stapff auch dem Gedanken Raum, der Pellegrinoschuttkegel über der auf seinem Profil erwähnten Moräne könnte ja schliesslich auch eine unter Wasser aufgeschüttete und deshalb geschichtete Stirnmoräne des Val Chironico-Gletschers sein, entweder von diesem direkt hier deponiert oder mittelbar und aufgearbeitet durch dessen Gletscherbach. Nach Stapff hielten die Gletscher nur

den unteren Teil, vielleicht ein Drittel der Talrinnen besetzt, in die zwei übrigen Drittel teilten sich abhangaufwärts ziemlich gleichzeitig Waldbestand und vegetationsloser nackter, steilgeböschter Fels. So kommt es, dass er die einmündenden Seitengletscher, falls sie, wie bei Chironico, auf einem Plateau ins Stammtal austreten, ihre primäre Strömungsrichtung auf diesem Plateau noch beibehalten lässt, die Verschmelzung mit dem Strunk also auf einem bedeutend tieferen Niveau als heute angenommen wird, und näher der Haupttalachse annimmt.

Der nächste, der sich über die in Betracht gezogene Gegend der Leventina aussprach, war A. Penck. Penck erwähnt nochmals die steilwandigen livinalter Tröge, erklärt sie selbstverständlich glazial, sieht in der Dazio grande eine durch verschiedene Gesteinshärte bedingte Stufe, die ihn an einen Trogschluss erinnert; er beobachtete Gletscherschliffe in unbeträchtlicher Höhe über dem Tessin, gegenüber Faido, nimmt das Steilerwerden der mit Rundbuckeln massenhaft versehenen Talseiten von da an abwärts gewahr und schiebt diesem Umstand die Schuld zu, „dass oberhalb Giornico die eine Talfläche abgerutscht ist und zu einem gewaltigen Bergsturze Veranlassung gegeben hat, dessen in Gestalt von Tomahäufen verbreitete Trümmer die Bildung einer 200 m hohen Talstufe bedingen“ (Lt. 48 p. 800). Also begegnet uns einmal eine andere Stimme; in der Biaschina soll ein kolossaler Bergsturz liegen. Leider gibt Penck nicht an, von welcher Seite er die Bewegung vermutet, ich nehme an von der linken, er wird das Wort „abgerutscht“ absichtlich verwendet haben.

Im Geographischen Lexikon der Schweiz (1902) steht unter „Chironico (Piano di)“ (p. 495) folgender eine Satz, den ich unverkürzt wiedergeben kann: „Gemeinde Chironico, auf dem flachen Rücken der grossen Moräne, die von der Biaschina in engem Durchpass durchschnitten wird.“ Ich weiss nicht, von wem der Satz stammt und kann somit nicht beurteilen, ob die Bezeichnung Moräne wissenschaftlichen Ernst beansprucht oder nicht, immerhin ist interessant, dass dieser Begriff hier wieder auftritt.

1909 enthält die Schweizerische Techniker-Zeitung einen Artikel von Eug. Lienert, einem Geometer von Bodio, über den Bau der Biaschina-Anlage. Natürlich ist sein Augenmerk nicht naturwissenschaftlichen Dingen zugewandt, sondern eben der technischen Anlage der Wasserfassung zwischen Lavorgo und Bodio. Das Kanalwasser ist Tessinwasser, es wird zika 150 m unterhalb der Station Lavorgo in einem besonderen Bassin abgefangen, filtriert und weitergeleitet, zunächst nach Lienert 500 m weit durch Moräne, dann aber in einer

Galerie durch z. T. stark geschichteten, z. T. granitartigen Gneiss mit stellenweisen Quarzeinlagerungen.“

Nicht nur das lose Material war dem Kanalbau beschwerlich, auch das durch den Fels geplante Tracé hatte seine Eigenheiten, man stiess auf Unvorhergesehenes und wurde dadurch sogar zu Abweichungen gezwungen. Und dieses Unvorhergesehene ist gerade vom grössten geologischen Interesse für uns; hier hat uns die Technik wieder einmal etwas aufgeschlossen, was wir ohne sie gar nicht hätten vermuten können (Lt. 47 p. 84):

„Zirka 400 m von der Stollenmündung ‚Ticinetto-Nord‘ stiess man plötzlich unerwartet auf ein altes, durch Moränenmaterial aufgefülltes Bachbett des Ticinetto und bohrte bedeutende Quellen an, ca. 40 l/sec. Man sah sich mit Rücksicht auf Zeit- und Kostenersparnis zu einer Umgehung des Bachbettes veranlasst. Aber erst eine seitliche Ausweichung von 150 m gegenüber dem ersten Tracé führte zum Ziel, nachdem vorher zwei weitere Versuchsstollen wieder auf das angefahrene Bachbett stiessen.“ Lienert unterscheidet also ein fossiles Bachbett von einer Ausfüllung desselben durch glaziale Ablagerungs-trümmer, also nicht durch Bachschutt. Auch von Lienert kann ich nicht wissen, bis zu welchem Grad er geologisch geschulte Augen besass, oder ob er vielleicht nicht Selbstgesehenes, sondern nur die Eindrücke von Ingenieuren wiedergibt; aber ausser Escher und Penck haben alle bisher zitierten Beobachter Moräne angegeben und das scheint mir mehr als ein blosser Zufall zu sein.

Wenig später hat Herr Prof. Schardt eine kleine, wie er sagt, provisorische Schrift über den Bergsturz von Chironico veröffentlicht. Er ist der erste, dessen Interesse ausschliesslich diesem Naturphänomen als Hauptthema gilt; bei Anlass einer Expertise hat er seine diesbezüglich niedergeschriebenen Ansichten gewonnen. Auch ihm musste natürlich zuallererst die Abnormität im Längsprofil des Tales in der Biaschina auffallen und an diese Tatsache knüpft er seine Besprechungen an.

Zwischen Lavorgo und Giornico fällt der Talboden auf der kaum 5 km langen Strecke um 240 m und zwar ungleichmässig, zuerst steiler in enger Schlucht um 170 m auf 3 km, dann bedeutend flacher in etwas erweitertem Tal um 70 m auf zirka 2 km, zwischen Station und Dorf Giornico. Oberhalb und unterhalb der genannten Ortschaften ist die Gefällskurve eine sehr ausgeglichene, nur schwach geneigte Linie, die auf 6—8 km um kaum 100 m fällt, und das Talquerprofil ist bei annähernd ebenem Boden mehr als 500 m breit und offen. Sowohl für die mittlere wie für die untere Leventina nimmt Prof. Schardt

eine Aufschüttung der Erosionsrinne mit Alluvionen von mehreren hundert Metern Mächtigkeit an, erst in solcher Tiefe stiesse eine Bohrung auf den festen gneissigen Untergrund, der die Klippwände beiderseits verbindet. Die Biaschina bildet also, wie schon gesagt, ein Zwischenstück, das nicht recht in den übrigen Talverlauf passen will. Oberhalb und unterhalb dieser eingeschalteten Strecke sinken steile Wände rechts und links sozusagen unvermittelt in die Tiefe, hier und da sind ihnen Schuttkegel oder Sturzhalde vorgelagert. In der Biaschina selber ist es etwas anders, hier ist nur die linke Seite eine einheitlich-felsige Wand, in ihr sind auch die Kehrtunnel der Gotthardbahn angelegt worden; rechter Hand kann man lange nach anstehendem Gestein suchen, hier türmt sich ein ganzer Hügel aus grossen und kleinen Gneissblöcken bis zur Meereshöhe von 810 m auf und stützt die dahinter verborgene kleine Ebene von Chironico (750 m). Prof. Schardt sagt nachstehendes von diesem Blockhügel (Lt. 51 p. 2): „Cet entassement de blocs est sans contredit attribuable à un grand éboulement“ und versetzt seine Entstehung in einen prähistorischen Zeitabschnitt zurück. Er leitet ihn von einer der höherliegenden Talflanken her und gibt der Nordostseite bei weitem den Vorzug. Bei Lavorgo ist das obere Ende dieser Trümmerablagerung, der Weiler Nivo liegt auf einer sanfteren Böschung derselben; dann erhebt sich die Masse schnell zu ihrem Höhepunkt um ca. 250 m über den Tessin und wahrscheinlich 400 m über den wirklichen geologischen, den felsigen Talboden. Der steile Abhang wurde später vom Tessin seitlich erodiert und kam dadurch an verschiedenen Stellen zum Nachrutschen. Diese nackten Stellen sind die geeigneten Punkte für eine Materialdiagnose der Ablagerung. Prof. Schardt schreibt darüber wie folgt (Lt. 51 p. 3): „On y trouve guère de galets roulés ni du sable lévigué par l'eau. L'état de division du matériel fin est dû à la trituration au cours de l'entrechoquement, des pierres lors de la chute de l'éboulement.“ Doch nicht nur das, auch morphologische Gründe sprechen gegen diese Hypothese. Eine Endmoräne lässt auch seitliche Wallmoränen den Talwänden entlang erwarten und eine dazwischen eingefasste Depression, ein glaziales Zungenbecken; etwas Derartiges trifft man aber auf der Höhe von Chironico nicht an. Der Blockhaufen lehnt sich eine Strecke weit an die Felsterrassen an, überbrandet dieselbe und fällt dann in der Längsrichtung allmählich aber unaufhörlich ab, um schliesslich bei Giornico, wo die Barolgia in den Tessin mündet, ganz zu verschwinden. Diese Oberflächen-gestalt ist kein Argument für eine Ticinettoendmoräne, und überdies spricht auch die Gesteinsbeschaffenheit der Trümmer wider eine solche

Vermutung. (Lt. 51 p. 4): „Il y à presque exclusivement des blocs de gneiss grossier, identique à celui qui constitue tout le flanc N-E de la grande vallée, de même que le flanc S-W à partir du Val Chironico vers le S-E; les micaschistes qui constituent tout le flanc gauche et le haut du Val Chironico y font défaut.“ Es bleibt uns also keine andere Wahl, als den Blockhaufen als Bergsturz anzusehen, der von der Nordostseite des Haupttales herabgebrochen ist; da jene Talseite an dieser Stelle kein Nebental liefert, ist die Annahme einer Moräne von dorther wiederum von der Hand zu weisen. Und in der Tat, der Monte di Sobrio hat ein charakteristisches Gehänge; mit 30—35° Neigung fallen seine Gneissplatten talwärts ein. Einem solchen Gebirgsbau musste die fortschreitende Talbildung seinen inneren Halt bedeutend herabsetzen; fluviale Erosion zuerst und glaziale nachher unterschnitten die Gneisstafeln, die aus bedeutender Höhe auf ihren Ablösungsflächen zu Tale glitten und sich dort, in Blöcke aufgelöst, wieder festsetzten.

Im Niveau von rund 1000 m Meereshöhe zieht sich eine gut ausgeprägte, sanftgeneigte Terrasse dem Monte di Sobrio entlang, darauf liegen die Siedelungen Calonico, Anzonico, Cavagnago u. a. Prof. Schardt will diese Terrasse mit dem Bergsturz in genetischen Zusammenhang bringen, ähnlich wie er von der für sich und höher gelegenen kleinen Terrasse von Cò sagt (Lt. 51 p. 4): „aussi la terrasse de Cò au N-E de Calonico pourrait également avoir pour cause un glissement de terrain.“ Anzonico würde das Zentrum des Abrissgebietes besetzt halten, das im Nordwesten Calonico noch umschliesst, und im Südosten bis Segno, also nicht mehr ganz bis Cavagnago reicht. Ob die Fortsetzung der Terrasse über Cavagnago hinaus noch mit einzubeziehen ist, will er dahingestellt sein lassen, für unmöglich hält er es nicht. Handelt es sich um einen einzigen Bergfall oder um eine Mehrzahl dieser Erscheinung? Diese Frage lässt sich nicht mit Sicherheit beantworten; die Ablagerung deutet aber auf eine Einzahl hin, sie hat nur einen Gipelpunkt und scheint von ihm aus in der Talrichtung geflossen zu sein. Andererseits sieht das Abrissgebiet nicht sehr einheitlich aus; Prof. Schardt hat es auf seinem Kärtchen sogar dreigeteilt; falls jemals nachgewiesen werden könnte, dass drei Stürze stattgefunden haben, würde jeder dieser Ausschnitte mit einer seiner Bergsturznischen korrespondieren. Ein Feld enthält Calonico und Anzonico, das mittlere liegt zwischen diesem Ort und Motta und das dritte reicht von da bis Segno.

In einem weiteren Kapitel führt der Verfasser die Folgen aus, die der Bergsturz von Chironico nach sich gezogen haben muss. Die

Ablagerung hat sich mit einem Schlag drei Wasseradern entgegengelegt, dem Stamm und zwei Zweigen. So nimmt Prof. Schardt eine vorübergehende Seebildung aus Tessin- und Ticinettowasser an, oberhalb Lavorgo einerseits, am Ausgang des Val Chironico andererseits. Vorübergehend deshalb, weil kräftige Geschiebeführung energisch für eine rasche Ausfüllung des Staubeckens mit Alluvionen wirkte und ausserdem der Überfluss mit seinem grossen Gefälle sich jeweils in verhältnismässig kurzer Zeit tief in seine neue Unterlage einfressen konnte. Der See von Lavorgo könnte anfänglich bis nach Faido hinauf gereicht haben, sein Abfluss hat die Biaschina ausgegraben; dass diese sich so eng an die linke Talseite anschmiegt, ist ein Beweis mehr dafür, dass die Sturzmasse von diesem Abhang abstammt und schon primär auf der gegenüberliegenden Seite am höchsten aufgehäuft lag. Der See von Chironico war viel kleiner und seichter, er könnte sich nach Prof. Schardt, zuerst Lavorgo zu über die Piano di Chironico entwässert haben, wäre dann mit der Zeit durch Geröllschutt aus dem Val Chironico verlandet worden, das dem ehemaligen Abfluss den Weg verlegte und ihm seine heutige Richtung für immer aufzwang. Heute mündet der Ticinetto etwas oberhalb der Station Giornico in den Tessin, in der unteren Biaschina. Sein Lauf von Chironico bis dahin ist epigenetisch, d. h. er ist ganz neu geschaffen, die alte Rinne ist vom Bergsturz zugedeckt worden. Dieses jüngste Endglied des Val Chironico, wenn man so will, ist noch in voller Entwicklung begriffen, ähnlich wie die ebenfalls epigenetisch angelegte Biaschina; das offenbart sich in der Unsicherheit der provisorischen Böschungen.

Denkt man sich von der Ticinettoschlucht an abwärts den ganzen Trümmerzug weg, so ist leicht ersichtlich, dass bei diesem Zustand, und a priori war er so, die Bäche aus dem Val Osadigo und dem Val Folda, ihrer Talrichtung folgend, geradeaus in den Tessin weiterfliessen konnten; demnach mündete die Barolgia etwas unterhalb der Station Giornico, direkt unter S. Pellegrino in denselben ein. Heute muss sie bei Tirolo ein Knie machen und in einem Abstand von 300 m dem Tessin parallel 2 km weit talabwärts folgen, bis sie sich unterhalb Castello, dem Ausläufer der dazwischen geratenen Bergsturzmasse, endlich mit ihm wieder zusammenfindet; dadurch wird die Folda, die einst ein unmittelbarer Nebenfluss des Tessin war, diesem von der Barolgia aufgefangen und ihr tributär gemacht. Prof. Schardt gibt diesen Verhältnissen auf seinem Kärtchen graphischen Ausdruck.

Auf das hin folgt ein kurzes Kapitel über die Dimensionen der Blockablagerung und die Zeit, in der sie vermutlich erfolgte. Nach der Karte beträgt ihre Länge ungefähr 6 km, die mittlere Breite

ca. $\frac{1}{2}$ km und die Höhe schätzungsweise 150—170 m, das ergibt ein Volumen von 500 Millionen m^3 , wobei die vom Tessin und seinen Zuflüssen schon wieder weggeräumte Schuttmasse ausser Acht gelassen wurde. Diesem Volumen muss ein verhältnismässiger Hohlraum in der Abrissnische entsprechen, doch sind ihre Masse noch schwieriger zu eruieren als diejenigen des offen daliegenden Bergsturzwalles. Ihre Länge mag 5 km erreichen, die Breite 1 km und die Höhe im Durchschnitt ungefähr 150 m. 600 Millionen m^3 Sturzmasse könnten annähernd dem wirklichen Betrag äquivalent sein. Prof. Schardt betont jedoch ausdrücklich, dass es sich hier nicht um mathematische Genauigkeit handelt, sondern eben mit einer Schätzungspräzision sein Bewenden haben muss.

Was das Alter des Bergsturzes anbelangt, so lässt die Beobachtung am Ort keinen Zweifel darüber, dass er postglazial sein muss; somit nimmt auch er teil an der überaus grossen Zahl vorgeschichtlicher Bergstürze, die genetisch an die Zeit des grossen Eisschmelzens am Ausklingen des Diluviums geknüpft sind. Die Gletscher haben nach Prof. Schardt, besonders durch seitliche Erosion gewirkt; sie haben dadurch ihre Ufer unterminiert und sie mit unterschobenem Eis gestützt. Als dieses nicht mehr bestehen konnte, fielen die untergrabenen Wände krachend ein.

Da man aber in den Alpen wenigstens drei Gletscherzeiten unterscheidet, ergibt das von selbst ebensoviele Eisrückzugsperioden, und was man an Begleiterscheinungen für die letzte derselben annimmt, muss man logischerweise auch den vorangegangenen zubilligen. Man könnte sich also vorstellen, dass etliche grosse Trümmerhaufen das Resultat wiederholter Stürze seien, da sich die gleichen Erscheinungen gerne an bestimmte, für sie disponierte Stellen halten. Schaut man den Bergsturz von Chironico darauf hin an, so erscheint er wie aus einem Guss erstellt, man bemerkt nichts von einem Aufbau oder Anbau späteren Datums, es müsste schon die jüngste Auflage die ältern vollständig bedeckend einhüllen. Ist dem so, dann sind zwei der bezeichneten Teifelder der Abrissnische vor dem letzten Gletscher vorstoss, also in einer Interglazialzeit entstanden.

Das vierte Kapitel bespricht die Enthüllungen, die der Kanalbau gebracht hat. Diese Arbeit wurde in den Jahren 1907—1910 von der Gesellschaft „Motor“ ausgeführt und von zwei Seiten begonnen. Sie verlief nicht plangemäss; man stiess etliche Mal aus dem festen Fels hinaus in wasserführenden Schutt, in dem ein weiterer Vorstoss so hinderlich gewesen wäre, dass man es vorzog, das Tracé zu verlängern, dafür aber in solidem Gestein zu verbleiben. Nach der

Rolle'schen Karte hätte man die Bahn am besten von Anfang an gradlinig gewählt, alle Ingenieure haben aber, unabhängig davon, eine bogenförmige projektiert und waren so noch genötigt, die Krümmung der Linie zu vergrössern, indem sie 460 m vom Südportal aus dem Gneissgebirge herausgeraten waren. Die nun ausgebauten Galerien streift ungefähr das Dorf Chironico, allerdings unterirdisch in etwa 150 m Tiefe, statt 100 m östlich davon vorbeizuführen. Dieser Stollenbau hat uns zwei bemerkenswerte Ergebnisse gezeitigt: erstens hat er einigermassen Klarheit gebracht über den Verlauf der Grenze von kompaktem Gneissfels und angelagertem Schutt, und zweitens hat er ein verborgenes altes Bachbett, wahrscheinlich des Ticinetto, entdeckt.

Gleichzeitig wie auf den Schutt war man auf beträchtliche Wassermengen getroffen; durch Färbungsversuche wurde von Prof. Schardt ermittelt, dass diese nicht vom heutigen Ticinetobett heruntergesickertes Infiltrationswasser bedeuten, es handelt sich da vielleicht um fossiles Wasser des primären Flusslaufes, das durch die Alluvion nicht verdrängt worden war; oder es stammt von unterirdisch austretenden Felsquellen, die das Trümmermaterial imprägnieren. Das Austreten der angestochenen Wasser in den Stollen hatte ein Versiegen mehrerer Oberflächenquellen zur Folge.

Das letzte Kapitel ist gewissemassen ein Anhang und rückt den behandelten Gegenstand durch Vergleiche mit anderen Erscheinungen derselben Art in das richtige Licht. Der Bergsturz von Chironico erhält seinen Rang, er steht in der Grössenordnung an vierter Stelle; allerdings übertrifft seine Masse diejenige des Sturzes vom Diablerets (1714) um das Dreifache, doch ist er selber am Flimser Bergsturz gemessen, nur ein Zwölftel desselben und ein Fünftel der Masse, die bei Sierre aufgehäuft liegt.

Im Jahre 1912 ist die letzte Abhandlung erschienen, die sich u. a. auch mit dem Bergsturz von Chironico befasst, es ist dies eine gründlich durchdachte, durchgehend kritisch gehaltene morphologische Studie mit der Überschrift „Die Übertiefung des Tessingebietes“ von Dr. H. Lautensach.

Ebenso wie die Stufenmündungen für die untere Leventina typisch sind, ist die Terrassenbildung für die tessinische Landschaft ungemein charakteristisch. Das erinnert an die Strandhorizonte Stapffs. Lautensach hat drei Terrassensysteme besonders ausgeschieden; da er in ihnen Vorgänger der heutigen Talsohle wiedererkennt, hat er sie besonders studiert und mit Namen belegt. Der oberste dieser Horizonte heisst nach ihm Pettanettotalboden, der mittlere Bedretttotalboden und der unterste und jüngste Sobriotalboden; die Benennungen sind

der Siegfriedkarte entlehnt und deuten zugleich auf die Lokalitäten hin, bei denen die Erscheinung besonders deutlich erhalten geblieben ist. Der Bedretttotalboden ist im Tessin überall der durchgängigste und prägnanteste und ausserdem deshalb noch besonders von den andern zu unterscheiden, weil er eine sehr wichtige morphologische Grenze ausmacht: über seinem Niveau existieren keine Gebilde des glazialen Formenschatzes, darunter aber sind sie Alleinherrcher, ausgeprägteste Übertiefung drängt sich da dem Auge auf. Da die Entstehung der Übertiefung ins Eiszeitalter fällt, ist der davon unberührte Bedretttotalboden als präglazial zu erachten, ebenso der Pettanetttotalboden, der ja ein noch höheres Niveau einnimmt. Lautensach hält diesen für wahrscheinlich pliozän. Die Sobrioterrasse liegt tiefer als der Bedretttotalboden, sie muss also jünger, d. h. im Diluvium gebildet worden sein; das geschah sehr wahrscheinlich in einer Interglazialzeit, denn sie trägt viele Merkmale fluviatiler Entstehung auf sich, die trotz der letzten Eiszeit, in der die darunter eingetiefte Leventina geschaffen wurde und ihre heutige Form bekam, nicht unkenntlich geworden sind. Demnach sind also nach Lautensach alle drei ausgeschiedenen Terrassen Überbleibsel alter Talböden fluviater Bildung, davon zwei präglazialen Alters wären und eine interglazial.

Von Seite 43—47 seiner Monographie bespricht Lautensach auch den Bergsturz von Chironico. Seine mehrtägigen Begehungen des Gebietes lassen ihn die Vermutung Pencks bestätigen, dass die Blockablagerung Bergsturznatur besitze.

„Die fast stets frischen Blöcke“, sagt Lautensach (Lt. 55 p. 44), „dieser ganzen Schuttablagerung von Chironico bestehen fast ausnahmslos aus einem ebenmässig stratifizierten, typischen zweiglimmerigen Gneis, wie man ihn zum Beispiel am linken Talgehänge bei Anzonico anstehend findet. Ich fand nur einen einzigen, sehr stark verwitterten Glimmerschieferblock, der sich offenbar auf tertiärer Lagerstätte befindet. Nirgends fand ich eratisches Material des Tessintales oder die auffälligen Gesteine der oberen Val Chironico darunter. Darnach lassen sich keine Anhaltspunkte finden, die eine Moränen-natur der Ablagerung wahrscheinlich machen könnten. Alles weist vielmehr darauf, dass es sich um lokales Material handelt, das gegen das rechte Tessingehänge angeworfen wurde. Dieses geschah offenbar allein unter Vermittlung der Schwerkraft, so dass es sich um einen Bergsturz handelt“. Auf der nächsten Seite (45) fährt er fort: „So sicher mir dieser Schluss auch zu sein scheint, so schwer ist es, eine Ausbruchsnische zu finden, die diese gewaltigen Trümmermassen geliefert haben kann“; etwas weiter unten ist Lautensach zu folgendem

Resultat gelangt: „Die Frage nach dem Ursprungsort des Bergsturzes muss demnach noch eine offene bleiben, desgleichen bleibt die ebene Oberfläche der Ruvina noch ein Rätsel.“ Dass die rechte Seite den Trümmersturz nicht geliefert haben kann, ist ohne weiteres klar; ersichtlich einerseits aus petrographischen Gründen und noch augenscheinlicher dadurch, dass in dem Fall doch in erster Linie die Terrasse von Grumo die Hauptlast zu tragen bekommen hätte, diese ist aber im Gegenteil frei von Sturzmaterial.

Die von Penck so genannte Tomalandschaft von Giornico mit dem Hügel von Castello und einem kleinen Hügel nahe unterhalb wird auch von Lautensach unverzagt ohne Begründung mit dem Bergsturz von Chironico vereinheitlicht, jedenfalls bloss deswegen, weil diese beiden Erhebungen auch grosse Gneissblöcke tragen und weil zwischen ihnen und der auf grossem Haufen verbliebenen Masse ein gleichmässig abfallendes Gelände eine morphologisch bestechende Verbindung vermittelt und dieses Bindeglied auch auslosem Material aufgebaut ist.

Der Bergsturz von Chironico hat sich direkt vor die Stufenmündung des Val Chironico gelegt und hat sie versperrt; die Erfahrungen beim Bau der Wasserleitung durch die Ruvina haben gelehrt, dass sich der Ticinetto in seinem alten Bett, also vor dem Ereignis schon, tief in seine Stufenmündung eingeschnitten hatte, somit der Sturz jedenfalls in postglaziale Zeit verlegt werden muss; diese Auffassung wird noch durch Beobachtungen von geschichtetem Tessinschutt unter der Ablagerung unweit Lavorgo bekräftigt. „Diese Ablagerungen unter dem Bergsturz“, sagt Lautensach (p. 46), „beweisen, dass dessen Bildung von der letzten Eisfüllung des Tales durch eine eisfreie Zeit getrennt war, während deren der Ticinetto oben sich in seine Stufenmündung einschneiden und unten im Tessintal einen Schuttkegel aufbauen konnte.“

Am oberen Ende der Biaschina steht heute eine Sägerei, ganz in der Nähe vom Standort einer verfallenen Ziegelei. Diese Ziegelei beutete ehemals ihren Tonbedarf an Ort und Stelle aus. Man hatte dort im „Retaeinschnitt“ der Gotthardbahn blaue und gelbe Tone in ausgiebiger Mächtigkeit, auflagernd auf Gletscherschutt, angestochen. Die Witterung hat den blauen Ton z. T. durch Oxydation umgefärbt. „Dem Tone lagern, z. T. in ihn hineingekrochen, mächtige frische Gneissblöcke auf.“ Es ist nichts Ausserordentliches, dass man auch Holzköhlchen darin gefunden hat, ist doch der genannte Ton eine alluviale Ablagerung. (L. 55 p. 46): „Strasburger und Wittmack bestimmten auf Anregung G. vom Raths die Hölzer und wiesen Weide,

Arve, Legföhre, Lärche und Erle nach. Ich bin, da diese Pflanzenreste nicht etwa auf einer ausgeprägten Schattenseite gefunden wurden, ganz der Ansicht Stapffs, dass diese Pflanzengemeinschaft auf ein kälteres Klima weist, als es heute in einem Südalpental in 600 m Höhe existiert. Denn wenn diese Bäume auch vereinzelt im Tessintal fast bis zu dieser Grenze herunterreichen, so herrscht hier doch heute eine ganz andere üppige Baumflora vor: Kastanie, Nussbaum, Buche, Eiche, Ahorn u. a. Das ausschliessliche Vorkommen der obengenannten Pflanzengemeinschaft im Glimmerton von Lavorgo beweist, dass zur Zeit vor dessen Ablagerung hier ein Klima herrschte, wie es heute nicht fern von der Waldgrenze existiert.“

Wir haben früher gesehen, dass man aus bestimmten Gründen den Bergsturz von Chironico nicht unmittelbar auf den Gletscherzug folgen lassen darf, dass man vielmehr zwischen beide Ereignisse einen nicht unerheblichen Zeitabschnitt einfügen muss; ist nun andererseits der See von Lavorgo ein Bergsturzsee gewesen, so ist natürlich der Bergsturz älter und seit seinem Eintreten wiederum eine ziemlich lange vorhistorische Zeit verstrichen.

Lautensach hatte sein Kapitel über den Bergsturz von Chironico schon geschrieben aber noch nicht veröffentlicht, als Prof. Schardt seine Arbeit über denselben Gegenstand publizierte. In einer Fussnote (p. 88) kommt er noch kurz darauf zu sprechen, ich will sie wiedergeben: „Schardt kommt zu denselben Ergebnissen wie ich. Nur glaubt er mit grösserer Sicherheit, als mir das möglich ist, zwischen Calonico und Cavagnago eine Ausbruchsnische des Bergsturzes erkennen zu können. Seine Profile veranschaulichen, dass er die zwischen den genannten Orten fortlaufend verfolgbare Terrasse als die Bodenfläche der postglazial entstandenen Ausbruchsnische betrachtet. Dem steht entgegen: 1. dass diese Terrasse, die auch ausserhalb des Bereichs des Bergsturzes in weiter Erstreckung ausgezeichnet zu verfolgen ist, sich zwanglos unserem Sobrioniveau eingliedert, 2. dass dieselbe Terrasse unfern Cavagnago prächtige Rundhöcker und Gletscherschliffe trägt. Nach wie vor erscheint mir die Frage der Ausbruchsnische noch ungelöst.“

Damit habe ich die Vorbesprechungen zu meinem Thema erledigt, und ich kann nun dazu übergehen, meine eigenen Beobachtungen daran anzuschliessen; es ist klar, dass diese nur noch den Charakter einer Ergänzung bilden können, nur noch eine Nachbesprechung bedeuten, dass sie die Summe von schon geschauten Tatsachen um ein Weniges noch erhöhen und revidieren, nicht aber durch etwas Neugeschaffenes zu ersetzen vermögen.

*Eigene Beobachtungen.***A. Konkrete Tatsachen.**

Anstehendes. Der Kanton Tessin ist bekanntlich eine ausgedehnte Gneisslandschaft; die Alluvionen des Sopra Cenere liegen alle in Betten aus einem für einen Orthogneiss gehaltenen, in der Regel massigen Gestein, das seit wenigen Jahren den befreut Namen „Tessingergneiss“ trägt; er mag mit Preiswerk angenommen, eine permo-karbonische Intrusionsmasse vorstellen. Darüber liegen – wenigstens im eigentlichen Val Ticino — metamorphe Sedimente, die auch zu den kristallinen Schiefern zählen und unter dem Namen Paragneisse zusammengefasst werden; diese sind z. T. älter, z. T. jünger als permo-karbonisch, in meinem Gebiet wohl ausschliesslich älter, altpaläozoisch; erst weiter nördlich im Gebiet der Molare- und Bedrettomulde trifft man auch mesozoische Trias-Dolomite und Jura-, Kreide-(Tertiär-)Bündnerschiefer an. Innerhalb des Rahmens meiner Karte sind die Gesteinsschichten grosso modo alle nach der gleichen Himmelsrichtung zugeneigt, nach West-Südwest; d. h. auf der Strecke zwischen Gribbio und Calonico im Norden und Bodio im Süden fliessst der Tessin in einem Isoklinaltal. Stapffs Behauptung, dass südlich der Biaschina bei Giornico auf einmal ein Antiklinatal anhebe, liegt haltlos in der Luft; ich habe beim Abstieg von Parnasco nach Bodio immer und immer wieder westliches Einfallen der Parallelstruktur konstatiert und an einer Stelle, bei zirka 920 m zu N 55° Streichen¹⁾, 26° Fallen¹⁾ gemessen.

Als extreme Neigungswinkel habe ich notiert 12° und 55° überhaupt, im besonderen auf der linken Talseite 15° und 55°, und auf der rechten 11° und 40°. Die Streichrichtungen liegen zwischen N 6° W, also beinahe N-S, bei 1700 m Höhe auf A. Perla und N 82° W, beinahe E-W bei 1600 m auf Monte Osadigo, oder N 80° W, bei 1500 m auf Monte Olina. Alle drei Daten beziehen sich auf rechts-liegende Orte; auf der Gegenseite sind die Schwankungen geringer, sie liegen nämlich zwischen N 20° W, z. B. bei zirka 800 m am Fussweg Lavorgo - Anzonico (und an vielen anderen Stellen) und N 63° W am Wege von Sobrio nach Al Gio bei zirka 1460 m. Ich will nun noch angeben, auf welche Stellen sich die gegebenen Daten für das Fallen beziehen. 15° habe ich angetroffen am Wege Angone-Frigeira bei zirka 1760 m, 55° F. bei zirka 630 m im Steinbruch von Lavorgo an der Strasse nach Anzonico linkerhand; die zugehörigen Streichrichtungen decken sich an beiden Orten und betragen

¹⁾ Abkürzung in der Folge für Streichen = St., für Fallen = F.

N 20° W; der Steinbruch beutet Tessinergneiss aus, der Fussweg Angone-Frigeira führt bei zirka 1760 m über Paragneiss.

Auf der Südwestseite habe ich 11° F. konstatiert bei 1300 m im Val Cramosina (am Bach), 40° dagegen südlich von Grumo in der Nähe des trigonometrischen Signals, zwischen dem Fixpunkt und der Barolgia bei 820 m. Da diese und weitere Beispiele auf meiner Karte auch bemerkt sind, will ich ihrer hier nicht noch mehr zusammentragen. Im allgemeinen darf man wohl sagen, dass die Gesteinsbänke der ganzen Gegend ein NE-SW-liches Streichen bei ungefähr 30° mittlerem Fallen nach der westlichen Hemisphäre innehalten.

Es ist bekannt, dass granitische Gesteine besonders gerne parallel-epipedische bankige Absonderungsformen aufweisen, die durch dreierlei vorherrschende Spaltenrichtungen entstanden sind; ganz gleich verhält es sich mit dem Tessinergneiss, der ja früher ein Tessinergranit war. Auch er ist durch eine Unzahl nahe oder weit voneinander liegender Klüfte, die sich im Raum unter kleinen und grossen Winkeln schneiden, in grosse Bänke und kleine Platten „gespalten“. Dieser Zustand ist überall an ihm sehr deutlich wahrnehmbar, aber besonders schön zu sehen an der Fluh, die von Calonico nach der Gotthardstrasse (zum Bahnwärterhäuschen) hinunterzieht und auf deren oberem Ende die Kirche des genannten Dörfchens thront.

Auffallend sind in der Gegend nicht die soliden mächtigen Bänke des Tessinergneiss, sondern diejenigen Stellen, wo er von der Norm abweichend, dünnplattig auftritt. Sie liegen meist in der Nachbarschaft des Gesteinswechsels, also an der Peripherie der Orthogneissmasse gegen die Paragneisszone und hängen wohl mit Schieferung eng zusammen; denn an der Randpartie pflegt der Tessinergneiss gerne seinen massigen Charakter aufzugeben, die deutlichen Orthoklaseinsprenglinge zu verlieren, quarzitischer und schiefriger zu werden; die Biotitlagen zeigen dann die Schieferungsebenen an. Eine solche bemerkenswerte Stelle findet sich bei zirka 900 m Höhe westlich Chironico, am Wege nach dem Wasserreservoir an der Stelle, wo ich in die Karte ein Fallzeichen eingetragen habe. Das Gestein ist dort ganz aufgelöst in kleine Gneissplatten und -täfelchen; dieses absondere Verhalten, das einem den Gedanken suggerieren könnte, es handle sich hier um eine andere Gesteinsart, ist älter als die Verwitterung, der man es sonst eventuell zuschreiben könnte.

Entschieden durch Verwitterung ist das Gefüge des Gesteins dagegen anderorts gelockert und damit der Aufbau der Bänke unsolider und labil geworden. Aufschlüsse von solchem, durch eine Unmenge von unbedeutenden und bedeutenden Spalten zerstückten

Tessinergneiss finden sich an der Poststrasse Lavorgo-Sobrio auf der oberen Seite, wo die Strasse nach Anzonico endgültig aus dem Walde führt, zwischen Anzonico und Villa nuova und weiter zwischen Roira und Segno-Cavagnago. Derartige Stellen bilden naturgemäss leicht den Ursprung vieler Schutthalden und so sind denn diese an den bezeichneten Orten auch vertreten mit Blöcken jeden Kalibers und sehr viel kleinem Schuttmaterial. Ich möchte dieses Kapitel nicht abschliessen, ohne noch auf eine mit Gneiss-Mylonit erfüllte, kleine klaffende Spalte aufmerksam gemacht zu haben, die am Wege, der aus der Biaschina nach Anzonico führt, gut aufgeschlossen ist und zwar ungefähr bei 845 m, bevor man den Steg über den Anzonico-Bach erreicht hat; die Kluftflächen fühlen sich glatt an, weil sie mit Serizit übertapeziert sind.

Was die Grenzen zwischen dem Tessinergneiss und den Paragneissen anbetrifft, ist zu sagen, dass ihr tatsächlicher Verlauf jedenfalls, wenigstens auf der linken Talseite viel unregelmässiger, winkliger und komplizierter ist, als ich sie angegeben habe. Meine Grenze ist schematisch gedacht, eine Durchschnittsgrenze; und dies notgedrungenerweise, weil der Gesteinswechsel sich meistens, dem Auge verborgen, unter einer Decke von Gehängeschutt oder Moräne vollzieht, die wenig Lücken besitzt und ausserdem der Übergang aus einem Gestein in das andere bei kristallinen Schiefern sehr oft ein langsam vermittelnder und makroskopisch schwer nachweisbarer ist, besonders bei unfrischem Gestein.

Quellen. Die Quellen muss ich summarisch behandeln; sie treten, ja man kann fast sagen gesetzmässig überall da auf, wo die Vorbedingungen für sie geschaffen sind. An solchen fehlt es in einem mit üppigen Moränen und Schutt besetzten und mit Bergschrund reichlich gesegneten Gebiet nie. Ich kann in der Leventina dreierlei Quellenkategorien unterscheiden: Spaltenquellen, Schuttquellen und Moränenquellen. Von den zirka 140 kleinen und grossen Quellen, die ich in die Karte eingezeichnet habe und die sich auf die zwei Talseiten ziemlich gleichzählig verteilen, sind mehr als neun Zehntel Moränenquellen. Da kommen sie enggeschart, mit nur wenigen Metern Zwischenraum von einer zur andern vor, dort treten sie mehr sporadisch verstreut auf; hier sitzt ein reicher bachbildender Sprudel, dort eine kleine dürftige Quelle, deren Wasser sich im Gras verliert. In der Regel entspringt diese Art Quellen dem oberen Moränenrand, es sind Stauquellen. Am wenigsten sind die Kluftquellen an bestimmte Horizonte gebunden, sie sind in meinem Gebiet gezählt, treten aber meist gleich bei ihrem Austritt ins Freie mit grosser Wasserführung

auf und sind deswegen grösstenteils zur Wasserversorgung der Ortschaften unterhalb gefasst worden.

Prof. Schardt (Lit. 51) berichtet von Quellen an der Felswand von Nivo, westlich und zirka 50 m höher als dessen obere Häusergruppe; er erwähnt sie im Zusammenhang mit dem Wasserkraftstollen durch die Ruvina und zwar deshalb, weil sie mit dem Bau dieser Anlage abgestanden sind. Diese auf seinem Kärtchen als „sources disparues“ in der Zweizahl besonders angegebenen Spaltenquellen verschwanden beim Anfahren einer Wasserader im Zuleitungsstollen zum Bodiowerk bei 684 m vom oberen Eingang, am 19. Februar 1909. Die über dem Südeingang in der Ruvina ebenfalls abgestandenen reichlichen Quellen entsprangen dem Bergsturz und müssen mit den Wassern, die beim Stollenbau, mit Eintritt in das unterirdische alte Ticinetobett, in die Kanalführung hinderlich hereinbrachen, kommuniziert haben. Letztere waren jedenfalls Gewässer, die bis dahin die alten Bachschotter imprägniert hatten. Zu den Schuttquellen, wenn nicht zu den Moränenquellen, gehören u. a. auch die in dem Zwischenstück zwischen dem Steg von Nivo und der Brücke unterhalb, über welche die Poststrasse führt, rechtsseitig in den Tessin mündenden vier kleinen Quellen. Man hat ihretwegen im September 1917 von Nivo aus einen besonderen Kanal gegraben, um ihr Wasser mittelst Pumpwerk in die vorhandene Leitung nach Bodio miteinzubeziehen und so dem winterlichen Wassermangel der dortigen Fabriken einigermassen abzuhelfen.

Die Aufschüttungen auf dem Talboden.

(Oberhalb Lavorgo. In der Biaschina.)

a) Oberhalb Lavorgo. Wir wollen uns jetzt von Faido her langsam der Biaschina nähern, um dann Aufmerksamkeit und Interesse ganz ihr selbst zu widmen. Schon von weitem fällt einem zur Linken das Kirchlein von Calonico auf, es sitzt hoch oben auf einer senkrechten Gneisswand, die zum Tal transversal gerichtet die linke Flanke nach Süden absperrt. An Vorsprüngen dieser Fluh sind zu ihr parallel verlaufende grosse Klüfte zu beobachten, was die von Anfang an vermutliche Ansicht, dass es sich um eine Kluftwand handeln möchte, gut stützt.

Am Fusse dieser Fluh sind Strasse, Eisenbahn und sogar der Tessin genötigt gewesen, einen Bogen nach der Talmitte zu beschreiben, weil der transversalen Felswand ein ziemlich grosser Blockhaufen, eine Bergsturzmasse, vorgelagert ist. Grobgeschätzt mögen da etwa 800,000 m³ Gneisstrümmer aufgetürmt sein; die Trümmerreste

sind nicht Splitter oder Scherben, sondern Blockfazies, unter ihnen sind hausgroße imponierende Blöcke nicht selten. Dieser Bergsturz ist oben bei der Kirche von Calonico abgebrochen und dann auf den Ablösungsflächen weiter talwärts gerutscht; seine Wucht war nicht hinreichend, die Blöcke zu zersplittern, geschweige sie zu zerquetschen und zu zermalmen. Es liegt kein Grund vor, ihm ein hohes Alter zuzuschreiben, er ist, wenn nicht noch in historischer, jedenfalls in spätpostglazial-prähistorischer Zeit niedergegangen.

Dieser Bergsturz, ich will ihn unter dem Namen „Bergsturz von Calonico“ individualisieren, ruht nicht direkt auf dem Talboden auf, sondern auf einer kleinen, rund 25 m hohen, seitlichen Terrasse. Man hat sie sich in der Kriegsnot dem Kartoffelbau zunutze gemacht und dazu ihren Abhang etwas abböschen müssen, was zu Entblössungen führte, die mir Deltastruktur verrieten. Die Straten sind mehr oder weniger steil oder flach, jedoch gleichsinnig dem Tessin zugeneigt. Ihr Material ist nach Grob und Fein sortiert, aber in unregelmässigem Wechsel der respektiven Lagen. Erdige Partien von Sand und Ton sind vorherrschend und wo sie grau-schwarz gefärbt sind, finden sich kleine Holzkohlensplitterchen in grosser Anzahl darin. Das Terrassenniveau ist, barometrisch gemessen, zirka 660 m.

Gehen wir auf der Strasse in der Richtung nach Lavorgo um die nächsten Blöcke einer Schutthalde herum, so gelangen wir alsbald an eine, ebenfalls linksseitig gelegene bemerkenswerte Sandgrube. Sie liegt noch 400 m von den ersten Häusern Lavorgos entfernt und ist über der Strasse noch 30 m mächtig. Ihr Sand ist feinster Glimmersand und enthält im Gegensatz zu andern Stellen wenig tonige Beimengung; in frischem Anstich ist er hellgrau-weiss, oberflächlich aber gelblich-braun gefärbt. Ursprüngliche Schichtung ist heute an ihm keine mehr wahrnehmbar, der Abbau und von oben herabkollernde Schuttblöcke haben sie zerstört; trotzdem kann er eine in einem ruhigen Wasserbecken abgesetzte Ablagerung vorstellen. Möglicherweise streicht er unter dem Schutt, der von da bis Lavorgo wieder alles verhüllend an die Strasse heranreicht, verborgen noch eine Strecke weit südwärts fort.

Beim ersten Haus von Lavorgo kommt, 25 m ob der Strasse ganz auf den Talwinkel beschränkt und an den untersten Teil der Böschung hingedrückt, im Schutze grosser Bergsturzblöcke, ein kleiner Aufschluss limnischen Tons vor. Er setzt auf dem Niveau von zirka 659 m ab und bildet da eine Art Terrässchen, auf dem riesige Gneissblöcke jüngeren Datums aufliegen, zum Unterschied von jenen, die in ihm drinsitzen, die sicherlich älter sind als er. Es gibt so gewaltige

Blöcke, dass sie einzeln für sich im Steinhauerbetrieb abgebaut werden. An einer solchen Stelle, wo man sich genötigt sah, zwei herauschauende einander benachbarte Blöcke nach der Tiefe freizulegen, entstand ein etwa 1 m breites und 3 m hohes frisches Profil zwischen ihnen. Dieser Anschnitt, der vielleicht heute schon eingefallen oder undeutlich geworden ist, zeigte mir klar, dass das feine Sediment sich zwischen die präexistierenden Blöcke hinein niedergeschlagen hat; dünne Konkavschichtung zwischen denselben, unten Ton, oben Sand.

Würde auf dieser Höhe ein Weg links an Lavorgo vorbeiführen, so träfe er gleich nach Überschreitung des nächsten Baches wieder auf eine fein- und etwas diskordant stratifizierte tonige, gut aufgeschlossene Ablagerung; die Straten sind am besten aus einiger Entfernung zu erkennen, ihre Fugen stehen jeweils 2—5 cm übereinander. Nach Fossilien habe ich auch hier vergebens gesucht, man findet im Ton nur kleine eigenartige, konzentrisch gebaute, leicht zerfallende Tongallen, die in Form und Grösse an Eicheln erinnern und den Ausguss von Mauerwespenlöchern vorstellen. Der Aufschluss grenzt südwärts scharf an Moräne an: abgestossene Geschiebe mit leitendem grauem Marmor und Rotondogranit. Hier lag der einzige Marmorfindling, den ich im ganzen Untersuchungsgebiet überhaupt auf der linken Talseite aufgelesen habe. Das obere Niveau ist sowohl für Ton wie für Moräne das gleiche und beträgt zirka 656 m. Obenauf liegt grobblockiger Gehängeschutt, gegen unten schliesst sich allmählich Bachschutt der hier konvergierenden zwei Bäche an; Lavorgo steht auf ihrem verschmolzenen Schuttkegel.

Noch etwas weiter südlich, jenseits des zweiten Baches liegt der Bergwand wieder ein Terrässchen an, ein relativ grösseres, stellenweise ganz horizontales Wiesenterrässchen, darauf ein von überall gut sichtbares Haus; auch hier liegt wiederum unter Bergsturz- und Gehängeschuttblöcken, die bis an die Strasse hinunterreichen, entweder ein horizontaler Absatz sandiger Natur aus stehendem Wasser, den ich etwa 2 m tief aufgeschlossen gesehen habe oder geschiebereiche Moräne, der Form nach ein seitliches Relikt einer vermuteten Hauptgletscherstirnmoräne.

Steigen wir über diesen kleinen Wall auf die Gotthardstrasse hinab und auf dieser weiter abwärts bis zum nächsten Haus, dem letzten Lavorgos oberhalb des Biaschiaeingangs, so haben wir dort zur Linken noch einmal eine zwischen Strasse und Anstehendem eingeschobene klastische Masse zu diskutieren. Sie reicht von da bis nicht ganz an die Strasse Lavorgo-Anzonico hinauf und erlangt an

ihrer höchsten Stelle zirka das Niveau von 630 m. Bei der Fundierung einer Telephonstange konnte ich mich auf kleinstem Umkreis davon überzeugen, dass hier homogener fetter Ton vorkommt, im übrigen ist heute der ganze Absatz mit Gras überkleidet, aus dem da und dort noch Gneisssturzblöcke hervorgucken, die uns aber die Stelle nicht aufklären. Wir befinden uns im „Retaeinschnitt“ der Gotthardbahn, den Stapff seinerzeit aufgeschlossen gesehen hat, und lassen uns durch ihn mit den Worten Lautensachs Auskunft erteilen (Lt. 55 p. 46/47):

„Hier fanden sich im heute berasten „Retaabschnitt“ der Gotthardbahn (680 m Bahnstrecke unterhalb Station Lavorgo; 603,4 m Schweltenhöhe) auf „Gletscherschutt“ („Sandkonglomerat“ ?) blaue und gelbe Glimmertone, in 4 m Mächtigkeit angeschnitten, jedoch wahrscheinlich über 40 m mächtig, dem Gehänge flach aufliegend (3° — 11° südwestlich einfallend). Der gelbe Ton ist aus dem blauen durch Verwitterung hervorgegangen. Dem Tone lagern, z. T. in ihn hineingekrochen, mächtige frische Gneisssturzblöcke auf. Man fand in dem Ton Nadelholzköhlchen, sowie noch unverkohlte Holzstücke, Rinden, Wurzeln und Zapfen, fast alle gesplittert und gequetscht; kein einziger Baum scheint mit Wurzel und Astwerk direkt an der Stelle seines Standortes eingebettet worden zu sein.“

Anschliessend daran spricht sich Lautensach über den ersten Aufschluss von Sand, den ich erwähnt habe, aus; ich will ihn, auch diese Stelle nachholend, zitieren, weil er die heute dort verwischte Schichtung damals noch konstatieren konnte (Lt. 55 p. 47):

„Ein solcher (Aufschluss) findet sich einige hundert Meter oberhalb Lavorgo. In etwa 15 m Mächtigkeit ist hier nordöstlich der Strasse feiner Sand aufgeschlossen, unten horizontal geschichtet, höher mit ca. 30° in der Talrichtung einfallend. Ganz oben zeigt er eine interessante Doppelfalte, die durch den Druck der auflastenden Gneisssturztrümmer hervorgerufen wurde. Hier geht der Sand stellenweise in Lehm über. In Sand und Lehm finden sich gänzlich verweste Pflanzenstengel.“

Früher hat der Retaton vielleicht noch 10 m höher hinaufgereicht und vielleicht den talaufwärts gelegenen Vorkommen vergleichbar, eine jenen niveaumetrische Terrasse gebildet; dass die grossen Gneissblöcke in den Ton „hineingekrochen“ seien, klingt mir sehr unwahrscheinlich. Hat der Ton ursprünglich eine grössere Mächtigkeit aufgewiesen, so steckten diese Blöcke früher ganz in der weichen Masse drinnen und sind bei der späteren Abtragung erst wieder teilweise zum Vorschein gekommen. Man hat hier eben in bezug auf den Ton

wieder, wie ob Lavorgo, ältere und jüngere Gneissblöcke zu unterscheiden; die jüngeren sind nachträglich das Gehänge hinuntergekollert und auf ihm zum Stehen gekommen.

Ausser dem Schuttkegel des Baches von Anzonico in der Biaschina und den von Rütimeyer schon erwähnten Erosionskesseln in der Wand unterhalb, 50 m über dem heutigen Tessinbett, ist auf der linken Talseite sonst nichts besonderes mehr zu bemerken. Bevor wir aber den Uferwechsel vornehmen, muss ich noch auf die Felsnische ob dem Steinbruch von Lavorgo hinweisen. Ich nenne sie „Nische von Lavorgo“; ihretwegen konnten die Strassenkehren nach Anzonico erst südlich davon anheben. Es ist eine leere, dreieckförmige Nische, deren Hohlraum, nach der Karte gemessen und berechnet, $900\,000 - 1\,000\,000 \text{ m}^3$ umfasst. An der Dreieckbasis ist der Steinbruch angelegt und führt der unterste Strassenabschnitt vorüber; die Dreieckspitze liegt bei zirka 900 m Höhe, wo die Strasse nebenan, bevor sie sich definitiv Anzonico zuwendet, zum letztenmal umbiegt, oberhalb führt der Fussweg Anzonico-Calonico im Walde vorbei. Der Nischenboden fällt mit dem üblichen steilen Fallwinkel der hiesigen Gneisslagen ($30^\circ - 35^\circ$) tessinwärts ab und ist kahl geblieben. Die Gesteinsmassen, die ehemals den Raum zwischen den Nischenwänden ausfüllten, sind nirgends mehr sichtbar, ihre Ablagerung im Tal ist bereits ausgeräumt. Ob es sich da um einen altpostglazialen Bergsturz handelt oder nicht, muss ich dahingestellt sein lassen, mir scheint die Deutung als eines nebeneinander herlaufenden, allmählichen Vorgangs von Abtrag und Wegräumung des Materials einleuchtender.

Der kleine spornförmige Felsvorsprung auf der rechten Talseite gegenüber Lavorgo heisst Piano della Monda. Er hat offenbar die südlich zwischen ihm und Nivo gelegenen Aufschüttungsmassen, die wir nun begehen wollen, vor der Erosion des Tessin bewahrt. Da liegt zunächst ein wenig ausgesprochener, kleiner Schuttkegel vor uns; er mündet flach in die alluvialen Tessinschotter und wird von einem Bach gespiesen, der in Wasserfällen von Mte. Chesso über Rodont da herunterstürzt und in den Tessin mündet, ich sage ihm „Rodonterbach“. Wir überqueren ihn und stehen nun vor einem viel wichtigeren und grösseren morphologischen Gebilde, das sich von Lavorgo besehen ebenfalls als Bachschuttkegel vorgeben könnte; es kann sich aber nicht als solchen legitimieren und bleibt solange problematisch, als sich uns kein Aufschluss öffnet. Die Masse reicht nicht bis an den Tessin heran, sondern fällt in einem Abstand von stellenweise 100 m mit einer 10 m hohen Stufe von 45° Böschung gegen ein ebenes Vorgelände ab. Die Stufe ist konkav-bogenförmig.

und erweist sich als Erosionsrand einer früheren übergreifenden Tessinserpentine.

Man kann sich faute de mieux nur bei den Steinhaufen, die die Leute unter die Kastanienbäume zusammengetragen haben und den Mäuerchen, welche die Wege einfassen, nach dem Geschiebegehalt der grossen Schuttmasse erkundigen; ihnen zufolge steht der Annahme eines Bachschuttkegels nicht viel im Wege. Das Material ist vielfach gut gerundet und besteht zum grössten Teil aus den Gesteinen der Gegend im weitern Sinne; ich habe aber auch weissen und braunen Marmor und Rotondogranit darunter gefunden. Was diese Ablagerung dem Auge kundgibt, habe ich jetzt mitgeteilt, die auf sie anwendbare Diskussion verspare ich auf das nächste Kapitel, wo es dann nicht mehr blass zu sehen gilt, sondern die gesehenen Tatsachen zu erklären.

Wir sind inzwischen auch auf der rechten Talseite bis hart an den Eingang der Biaschina vorgedrungen und stehen in Nivo. Nivo gehört noch zur Gemeinde Chironico und besteht aus zwei Häusergruppen: Unter-Nivo und Ober-Nivo, wenn wir so wollen. Zwischen beiden hindurch führt eine meistenteils trockene, kleine Bachrinne, die von Chironico herunterzukommen scheint; offenbar handelt es sich um einen älteren Bachlauf, denn schon in ihrem Mittellauf, wenig weiter oben, ist die Furche im Verhältnis zu den paar Tropfen, die sie heute benützen, auch bei Regenwetter viel zu bedeutend. Es liegt auf der Hand, den „Schuttkegel“ von vorhin mit diesem Bachbett in genetischen Zusammenhang zu bringen, doch er liegt schief zu der dann erforderlichen Richtung.

Ich habe schon angedeutet, dass diesen „Schuttkegel“ bei Nivo ein „ebenes Vorgelände“ vom Tessin trenne; ein ähnlich flaches Bodenstück liegt Nivo östlich zu Füssen, etwas höher über dem dort schon mit grösserem Gefälle arbeitenden Tessin und daher eine kleine Terrasse bildend. Beide Flächenstücke, voneinander durch einen Streifen Bachgeschiebe der Rinne von Nivo geschieden, sind aufschlussloses Wiesenareal, beide sind im September 1917 von einem 1,70 m breiten und durchschnittlich 1,20 m tiefen Kanal durchfahren worden, den man zur Fassung und Leitung von vier auf dieser Strecke in den Tessin mündenden Quelladern benötigte; beide haben bei dieser Gelegenheit vorübergehend neben ihrer äusserlichen eine innere geologische Ähnlichkeit zur Schau gestellt. Der Kanal förderte glimmerigen, stellenweise dunklen humosen Sand feinsten Korns zutage, der manchmal wenig Ton enthielt. Ich habe viele kleine Holzkohlenbruchstücke daraus gesammelt.

Bei Nivo fanden sich hin und wieder kleine Gerölle von Glimmerschiefer in ovaler Form und Rotondogranit, immer kugelrund, im Sande eingelagert, oder es mussten eckige, dem Tracé hinderliche Gneissblöcke herausgesprengt werden; diese mehrten sich mit der fortschreitenden Annäherung an die Poststrasse, die das Terrässchen westlich und südlich einrahmt. Anfänglich glaubte ich auch diese Vorkommnisse für Absätze eines ehemaligen Stausees von Lavorgo und nichts anderes halten zu müssen; es ist sehr wohl möglich, dass sie es sind, möglich ist aber auch, dass es sich um seitliche Hochwasserabsätze ehemaliger Tessinausbiegungen handelt, abgelagert im Aussterbeätat dieser Flusswege. Für das nördliche der beiden in Betracht gezogenen Areale ist uns diese Vorstellung schon geläufig, weil wir dort in der Stufe des „Schuttkegels“ leicht den Rand einer ehemaligen Tessinserpentine wiedererkennen, und weil dieses Stück in unmittelbarer Nachbarschaft des heutigen Flusslaufs, keine zwei Meter höher als dessen Bett gelegen ist. Vom südlichen, bei Nivo gelegenen Flächenstück müssen wir, wenn wir es analog erklären wollen, annehmen, dass es früher als das nördliche vom Tessin verlassen wurde, der sich eine geradlinige, tiefere Furche und grösseres Gefälle links daneben schuf. Dieses Terrässchen liegt etwa 3 m höher als das andere und durchschnittlich 10–12 m über dem Tessin nebenan. Für diese Bildungsgeschichte spricht auch der Schotteraufschluss, den etwa 15 m unterhalb des Flusstages von Nivo der Kanalbau auf kurzer Strecke eröffnet hatte; er zeigte mir, dass die Sande des Terrässchens auf geschichteten Tessingeschieben entweder direkt aufliegen oder sich mit ihnen verkeilen.

Bevor ich die Besprechung der Sande und Tone von Lavorgo abschliesse, muss ich noch einen Satz von Lautensach richtigstellen. Er sagt (Lt. 55 p. 47): „Das Tessintal wird bei Lavorgo durch den Bergsturz von Chironico zu einem Becken verschlossen, dessen Boden bis 629 m mit Tonen und bis etwa 640 m mit teils horizontal, teils deltaartig geschichteten Sanden ausgekleidet wurde. Soweit die Aufschlüsse einen Einblick gestatten, scheinen die Sande von den Tonen in der Regel unterlagert zu werden.“

An Stellen wo Sand und Ton einander überlagern, habe auch ich stets Ton unten, Sand oben gesehen, aber der Ton geht über das Niveau von 629 m stellenweise beträchtlich hinaus. Ob Lavorgo beispielsweise bis mindestens 655 m. Sand liegt an dieser Stelle keiner, vielleicht keiner mehr darüber.

„Alle diese Umstände“, sagt Lautensach, „machen es sehr wahrscheinlich, dass, wie bereits Stapff angenommen, oberhalb des Berg-

sturzes in etwa 650—600 m Höhe zeitweilig ein See existierte.“ Wenn es ein See war, der diese Tone sedimentiert hat, so müssen wir sein Niveau höhersetzen als 650 m wie Lautensach, ich denke auf allermindestens 675 m. Leider findet man im ganzen Becken von Lavorgo nicht die geringste Spur des ehemaligen Beckenwasserstandes mehr vor.

b) In der Biaschina. Die Aufschüttungen der Biaschina sind schon von Natur so deutlich gegliedert, dass zu ihrer Besprechung die Disposition ohne weiteres gegeben ist; man hat, von Norden nach Süden schreitend, folgende Unterabschnitte auszuscheiden:

- α) die Ruvina,
- β) der Bergsturz von S. Pellegrino,
- γ) die Schuttmasse zwischen Barolgia und Ticino,
- δ) die Tomahügel von Giornico.

α) Die Ruvina. Schon 4 km oberhalb Lavorgo haben wir, die Gotthardstrasse abwärtsgehend, eine mehr als 200 m hohe Talsperre sich südlich vor uns aufbauen sehen. Bei Nivo waren wir ihr dann nahe genug, um konstatieren zu können, dass dieser vorgeschoßene Riegel nicht anstehend-felsiger Natur ist, sondern aus Felstrümmern besteht. Womit haben wir es hier zu tun? V. Turnau zählt uns die Möglichkeiten auf (Lt. 42 p. 10):

„Wenn es sich darum handelt, die Natur einer aus Gesteinsfragmenten zusammengesetzten Masse festzustellen, so sind dabei vier Möglichkeiten ins Auge zu fassen. Entweder handelt es sich um die *in situ* befindliche mechanische Verwitterungsschicht von anstehendem Fels, oder um infolge Gebirgsbildung zertrümmertes Material, eine sog. Reibungsbreccie, oder es liegt eine Moräne vor, oder endlich ein Bergsturz.“

Wir wollen nun sehen, wie unsere Wahl ausfallen wird. Die Ruvina ist begrenzt im Süden durch die Ticinettoschlucht, im Westen durch das Plateau von Chironico und das Trockentälchen Chironico-Nivo, im Norden ebenfalls durch diese Rinne und im Osten durch den Einschnitt des Tessins, genannt Biaschina. Gegen die beiden Schluchten, diejenige des Ticinetto und des Tessins, fällt sie mit einer steilen Böschung von 60° und darüber bezw. 40° ab. Das ist sehr schön aus der photographischen Aufnahme von Prof. Schardt (Lt. 51) ersichtlich. Natürlich geben solche stark geneigten Halden, zu deren Füssen beständig fliessendes Wasser erosiv an der Arbeit ist, bei der geringen Kohärenz von Trümmermaterial fortwährend Veranlassung zu Nachrutschungen desselben; dies am ehesten, wenn andauerndes Regen-

wetter die durch das Gewicht des Niederschlagwassers zum Abschlipfen disponierte Schuttmasse überlastet.

Die breite Ablagerung der Ruvinaschuttmasse auf einen Talboden hat diesen ausser Funktion gesetzt und zur Bildung eines seitlich gelegenen epigenetischen Tessinabflusses, der Biaschina, geführt. Ich habe die Unterlage der Ruvinatrümmer nirgends am rechten Gehänge aufgeschlossen gesehen; falls sie durch die epigenetische Einkerbung schon eingeholt und erniedrigt worden ist, kann man das vielleicht deswegen nicht konstatieren, weil der Kontakt von Auflagerung und besetztem Talboden durch das Material der erwähnten Gehänge-abrutschungen verdeckt wird. Das der Ruvina gegenüberliegende Ufer wird vom anstehenden Gneiss oder dessen Verwitterungsprodukten bestritten. Einzig im Westen liegt der Schuttberg nicht frei da, sondern angelehnt an die durch ihn jetzt verdeckte Felswand des Plateaus von Chironico, an den Stufenabsatz der Mündung des Val Chironico ins Haupttal und seine nördliche Fortsetzung, die rechtsseitige Haupttalwand.

Ich bin dazu gekommen, für die Ruvina zwei Faziesbezirke aus-einanderzuhalten. Die eine Fazies ist einfach und besteht ausschliesslich aus Tessinergneiss, teilweise so fein zertrümmert, dass die einzelnen Blöcke nicht wieder zu erkennen sind, sondern eine verschmolzene, grusförmige Masse bilden (Südabhang gegen die Ticinettoschlucht), teilweise in eckigen Blöcken aller Kaliber oberflächlich auftretend. Die andere Fazies ist zusammengesetzter Natur; ausser den grossen, zuweilen kolossalen Gneissblöcken, die auch sie aufweist, finden sich noch Geschiebe in ihr, von der Basis der Ablagerung an bei Nivo und der Brücke 400 m unterhalb bis hinauf zum Kulminationspunkt von ungefähr 840 m. Diese Geschiebe enthalten ziemlich viele orts-fremde, erratische Elemente und waren dadurch die Ursache dafür, dass Stapff u. a. die ganze nördliche Aufschüttung als Moräne dia-gnostizierten. Beiden Faziesarten ist gemein grosses Blockwerk, das hier wie dort nicht über das oberste Drittel der Biaschinaböschung hinabreicht, es sei denn ganz an ihrem nördlichen Eingang oder sekundär durch Absturz. Die Grenze zwischen den abweichend zusammengesetzten Schuttmassen ist verdeckt, einmal weil sich die Ruvina morphologisch durchaus einheitlich präsentierte und dann, weil zusammenhängende dichte Blockfelder auf der Scheitelpartie und sekundäre Schutthalden am Abfall zum Tessin die „Nahtlinie“ verbergen. Auch pflanzenökologisch offenbart sich eine Zweiteilung; der nördliche zirka $\frac{3}{4}$ der Masse einnehmende Abschnitt ist mit zer-streutem Baumwuchs von Kastanien und Haselnussträuchern versehen,

das kleinere Viertel südlich davon mit einem undurchsichtig-dichten Gestrüpp von Lärchen, Birken, Akazien und Brombeergebüschen überkleidet.

Gegen Nordosten ist die Abdachung der Ruvina am wenigsten steil, dieser Böschung führen auch die Schlingen der Poststrasse Lavorgo-Chironico entlang. Die Strasse zweigt etwa 1300 m unterhalb Lavorgo von der Gotthardstrasse ab; 30 m von der dortigen Brücke noch weiter talabwärts reicht ein frischer, zungenförmiger Aufschluss am Ruvinagehänge bis an dessen Basis herab, es ist die tiefste Stelle der ganzen Masse, die ich in ursprünglicher Trümmermischung angetroffen habe; südlich davon ist alles sekundäre Schutthalde. Eingebettete Geschiebe von Rotondogranit, Marmor, Biotitschiefer und Quarzit offenbaren, dass die zusammengesetzte Fazies talabwärts wenigstens noch bis hierher vorhanden ist. Weiter nördlich ist sie am besten an Entblössungen längs der Strasse und dem Fussweg nach Chironico hinauf als solche erkenntlich. Wählt man von Nivo aus die Abkürzung zum Aufstieg, so muss einem auffallen, wie unterhalb der ersten Strassenkreuzung im ersten Abschnitt des Fussweges die Gneissblöcke alle mehr oder weniger tief im erdig-tonigen Untergrund festwurzeln, während sie oberhalb grösstenteils dem Boden lose aufliegen. Ich habe bei diesem Aufstieg wiederholt Moränen-geschiebe angeschlagen; ein vereinzeltes Stück braunes Kalzitagggregat in der Nähe von Nivo, ebenfalls vereinzelt etwas abseits gelegen in dem westlich der Strasse im Winkel zwischen Aufschüttung und Anstehendem auf 700 m angelegten Steinbruch ein grösstes weisses Marmorexemplar, ausserdem Quarzit und weniger selten Bündner-schiefer mit Rotondograniten da und dort zerstreut. Es erübrigts sich zu sagen, dass die Leventinagesteine selbstverständlich wieder das Gros der Geschiebemasse ausmachen. Den charakteristischen Rotondogranit habe ich noch auf 750 m aufgelesen, ja noch höher als Chironico auf dem Gipfel der Ruvina in einer Grube. Ebenfalls ganz oben liegen ein paar relativ grosse, frischerhaltene Garbenschieferplatten erraticisch als Ausnahme auf. Man kann deshalb nicht hingehen und behaupten, die Gneisstrümmer seien in einer Vor- oder Zwischen-gletscherzeit hierher gelangt und nachher vom Eis überflutet worden, das eine Moräne darauf abgelagert hätte. Nein! Es handelt sich nicht um eine Moränendecke, das Gemisch ist in sich einheitlich oben wie unten; auch oben drängen sich die imposanten Gneissblöcke dem Auge zuerst auf.

Um einen Begriff von der Grössenordnung der mächtigsten Gneissblöcke zu geben, wie sie an der östlichen Kante der Ruvina

am oberen Abhang gegen die Biaschina aufliegen, habe ich etwelche unter ihnen gemessen und folgende Durchschnittsmasse erhalten:

Höhe ü. M.	Länge	Breite	Höhe	Volumen
zirka 800 m	25 m	19 m	9 m	4275 m ³ (!)
„ 800 „	13,5 „	11 „	7 „	1039,5 „
„ 800 „	19,5 „	10,8 „	7,2 „	1516,32 „
„ 800 „	15,7 „	9,5 „	4,5 „	671,2 „
„ 799 „	38 „	7,5 „	21,5 „	6127,5 „ (!)
„ 795 „	33,2 „	19,5 „	21 „	13595,4 „ (!)
„ 730 „	17,6 „	11,6 „	12 „	24450 „
„ 725 „	15 „	10 „	8 „	1200 „
„ 695 „	91,3 „	36,7 „	14,2 „	47580 „ (!)
„ 550 „	28,6 „	15 „	17,6 „	7550,4 „ (!)

Blöcke von über 5000 m³ kommen also vor, wie sie unter den grössten Bergstürzen eine Seltenheit sind. Mit der Zeit wird diesen Riesen der Garaus gemacht; viele von ihnen sind schon durch Steinbauerarbeit verschwunden, so dass man heute nicht mehr das ursprüngliche Bild der Ruvina-Oberfläche hat.

Die Ruvina bildet einen Schuttwall in der Talrichtung; man könnte sie morphologisch nicht als einen Wall bezeichnen, wenn nicht zwischen dem Scheitel der Erhebung und der Talwand, an die sie sich hält, eine gleichgerichtete Einsenkung läge, wenn nicht dem Wellenberg ein Wellental vorliegen würde. Dieses ist vorhanden, es führt von Chironico nach Nivo hinunter; in der oberen Hälfte ist es 160—200 m breit, ganz flach geneigt und durch eine Blockschwelle quergeteilt, in der unteren eine unbedeutende, wenige Meter schmale, steilabfallende Rinne.

Der kleine Schuttriegel darin ist nur 7 m hoch und ebenso breit, er besteht aus gröberen Blöcken von Tessinergneiss, untermischt mit hundertmal kleineren Geschieben. Denkt man sich die Blöcke weg, so verschwindet mit ihnen die niedere Schwelle. Das Häufchen noch übrig bleibender Geschiebe käme morphologisch nicht zur Geltung; aus was für Material es aufgebaut ist, konnte ich mangels an jeglichem Aufschluss nicht eruieren, oberflächlich fand ich ausser einem Granitgneiss, wie er sich in der Moräne von Gribbio findet, nur Lokalgesteine. Der Riegel scheidet Grasland von Ackerland, ersteres liegt ihm nördlich vor, man heisst es „Campagna di sotto“, es wird bei Regenwetter schnell sumpfig, vereinzelt ragen enorme überwachsene Blöcke aus ihm heraus. Das südlische Areal, „Campiei“ genannt, ist frei von solchen Blöcken, auch es hat keine Aufschlüsse. Noch weiter südlich, etwa 3 m tiefer gelegen als Campiei liegt zwischen der Ruvina, dem Ticinetto und Chironico ein flacher Alluvialboden, die „Piano di

Chironico" mit ihren Feldern. Campiei und Campagna di sotto haben insgesamt bei einer Länge von zirka 900 m ein Gefälle von etwa 4 %, während das zweite enge Talstück, das sich daran anschliesst, allein auf der kurzen Strecke bis zum oberhalb Nivo gelegenen Steinbruch schon um 100 m abfällt. Die beiden Talabschnitte stehen in gar keinem richtigen Verhältnis zueinander, die Wasserwirkung hat aufgehört, bevor sie einen sich angepassten einheitlichen Wasserweg herauspräpariert hatte, sie scheint während einer nur kurzen geologischen Zeitspanne bestanden zu haben.

β) Der Bergsturz von San Pellegrino lehnt sich ebenfalls an die westliche Talwand an, im Norden, Osten und Süden wird sein Fuss von Gewässern bespült, dem Ticinetto, Ticino und der Barolgia, nach denen er steile Halden bildet. Die Masse reicht nicht mehr so hoch hinauf wie diejenige der Ruvina, fusst dafür aber auch auf tieferem Niveau als diese; sie nimmt talabwärts etwas an Mächtigkeit ab.

Der Tessin beschreibt bei der Station Giornico einen gegen den Bergsturz konvexen Bogen, dieser hat in früherer Zeit einmal einen sekundären Abrutsch gezeitigt, welcher ob der heutigen Bahnlinie wulstförmig liegen geblieben ist; er ist nur bei laubfreier Jahreszeit sichtbar.

Der Bergsturz von San Pellegrino bietet kein frappantes Bild seiner Art; frontal besehen liefert er nur den Anblick einer zirka 30° geneigten schiefen Ebene, einer Trümmerhalde allerdings, die aber eine gewöhnliche Schutthalde oder auch eine Moräne sein könnte. Die Längsböschung ist leicht überwachsen, mit einer dünnen Humusdecke überzogen und lässt nirgends einen Einblick in den inneren Bau der Masse zu; grosse Blöcke fehlen ihr ganz, nur vereinzelt treten sie auf auf sekundärer Lagerstätte. Und doch lässt sich mit Bestimmtheit von einem Bergsturz von San Pellegrino sprechen, denn von anderer Seite gesehen bringt er seine innere Beschaffenheit klar zur Schau. Die Biaschina-Anlage hat auf mittlerer Höhe um ihn herum einen Weg erfordert und hat auf den steileren Nord- und Südhalden dienliche Aufschlüsse geschaffen; Aufschlüsse hinfälliger Art freilich, die qualitativ von Jahr zu Jahr abnehmen. Diese Stellen lassen den ungehindertsten Einblick in den Schutthaufen zu, einen Einblick, wie er für den obren Teil der Ruvina sehr erwünscht wäre. Es zeigt sich in der Ticinettoschlucht, dass die ihr zugekehrten Trümmerhalden der unteren Ruvina im Norden und des Pellegrino im Süden absolut gleichbeschaffen sind, dass sie einfach und einheitlich aufgebaut sind aus durch und durch zermürbtem Tessinergneiss, aus

zusammengebackenem Grus zermalmter Blöcke desselben. Das gleiche Bild zeigt die südliche Front der Masse, die jäh gegen die Barolgia abfällt und den Erwartungen entgegen jenseits derselben keine Fortsetzung mehr aufweist.

Wir wissen jetzt, wie die Abdachungen des Bergsturzes von Pellegrino aussehen, wie bietet sich das Dach dar? Ein solches existiert eigentlich nur in der untern Hälfte ob der Kirche von San Pellegrino, unter der Felswand, die mit 861 m gipfelt; es ist die direkte Fortsetzung der Ganna di Pedrello mit dem „Bödeli“, und durch diese mit dem Plateau von Grumo vermittelt. Das Blockfeld (Ganna di Pedrello) unter dem Signal („Caslascio“) 861 m, setzt sich als Blockzug südwärts fort bis San Pellegrino und an den Weg Station Giornico-Tirolo hinunter; dieser Blockschwarm liegt also in bezug auf den Bergsturz zenital und peripherisch.

Die hier herumliegenden Blöcke sind oft rundlich geformt, dass man sich fragen muss: sind sie etwa glazial behandelt worden oder ist diese Erscheinung der Kantenabstumpfung anderswie zustande gekommen? Namentlich im unteren Teil ihres Auftretens unter der Kirche drängt sich diese Frage geradezu auf. Petrographisch zeichnen sie sich nicht besonders aus, es sind Tessinergnisse wie allüberall hier zu Lande.“

Auf der 1 km langen Talstrecke, die sie einnimmt, hat sich die Biaschina längs der Pellegrinomasse vorübergehend sehr erweitert, hat elliptische Form angenommen mit einem Breitendurchmesser von zirka 360 m, auch hat sich ihr Gefälle fast auf den normalen Betrag des untern Tessintales reduziert.

γ) Die Schuttmasse zwischen Barolgia und Ticino. Zwischen Barolgia und Tessin verläuft von San Pellegrino talabwärts bis Giornico, auf einer etwa 1400 m langen Strecke, eine progressiv immer niedriger und schmäler werdende und schliesslich auskeilende Wasserscheide. Sie ist aus Schuttmaterial aufgebaut und verglichen mit dem Bergsturz von Pellegrino ganz auf die linke Talhälfte versetzt, von dieser nur durch den Tessin getrennt. Ihre rechte obere Ecke berührt sich eben noch mit der linken unteren der Pellegrinomasse, m. a. W. es decken sich die Mittelachsen beider Ablagerungen nicht. Die genannte Wasserscheide besitzt ein gleichmässig konstantes Gefälle bis zu ihrem Verschwinden beim Zusammenfluss von Barolgia und Tessin. Aber sie übernimmt dieses Gefälle nicht vom Monte Pellegrino; auch die Höhenlagen der jeweiligen Mittelachsen stimmen nicht miteinander überein. Wie schon gesagt, hört die Pellegrinomasse an ihrem Südende mit einem für zertrümmertes Material recht steilen

Absturz auf; zwischen ihr und dem südlich lose mit ihr verknüpften niedrigeren Schuttwall, den wir jetzt besprechen, besteht ein Knick und unterhalb desselben hebt erst der nach links verschobene neue Abschnitt an. Dieser zeigt ein gegen den Tessin zu verhältnismässig steiles Gefälle, das durch leistenförmige Terrassenstücke gestuft ist und durch sie bedeutend an Interesse gewinnt; nach der Barolgia zu fällt die Wasserscheide ganz sanft ab; der Gratwinkel wird südwärts stumpfer und stumpfer.

Die erste Frage wird wohl die nach der Art der Schuttzusammensetzung sein, stimmt sie mit derjenigen des Monte Pellegrino überein? hat sie vielleicht wieder Moränengeschiebe unter ihren Trümmern, wie die Ruvina? oder besteht sie vielleicht nur aus solchen ohne Sturzblockmischung? oder hat sie sonst eine besondere Eigenart? Da ist zunächst diejenige Antwort wieder an erster Stelle, auf die man sich ja immer gefasst halten muss: wir haben keine Aufschlüsse. Wir sind zu unserer Beurteilung ganz auf das angewiesen, was oberflächlich aus dem Boden heraussticht oder ihm lose aufliegt.

Wo wir flaches Gelände haben, also nach Westen zu zwischen Grat und Barolgia, ferner am unteren ausgehenden Ende des Grates und auf der Ostseite da wo die erwähnten Terrassen vorkommen, haben wir ununterbrochenes Wiesland. Auf der Gratkante selbst und ihren steileren Böschungen nach dem Tessin hinunter haben wir Waldbaubestände, die aber weniger als der Graswuchs den Untergrund verbergen. An diesen Stellen liegen wieder Gneissblöcke herum, nicht mehr so grosse, wie wir sie weiter nördlich angetroffen haben, meistens nur etliche Kubikmeter umfassend. Aber hin und wieder als Ausnahme treten doch auch einer oder ein paar grosse Blöcke auf, doch nur am obersten oder untersten Ende der Ablagerung und nicht auf der Höhe, sondern an der linken Böschung oder gar am oder im Tessin unten.

Geht man den Weg von San Pellegrino nach Giornico auf der Gratkante entlang, so müssen einem bald die zahlreich herumliegenden, z. T. zu Mäuerchen zusammengetragenen kleineren und kopfgrossen Gerölle auffallen; in der oberen Weghälfte sind sie von zerstreuten, mittelgrossen Gneissblöcken begleitet, in der unteren Grathälfte überwiegen sie ganz oder kommen überhaupt allein vor. Ich habe mit dem Hammer einige Stichproben unter der Geschiebemasse gemacht, neugierig, ob erratisches Material darunter vorkomme. Antwort: Nein, wenigstens auf dem rechten Abhang nicht, auf dem linken, der der Bahn zugekehrt ist desgleichen, vielleicht aber nur zufälligerweise, weil man dort ins Dunkle greift, indem die Gerölle alle durch

schwarze Russfarbe uniformiert sind und einem also keine mehr unter ihnen besonders auffallen können. Die Gerölle sind die gleichen wie sie sich im Bett der Barolgia finden, also die Gesteine des Val Osadigo mit vorherrschendem Tessianergneiss, Glimmerschiefer und seinen Varietäten und etwas Amphibolit.

Die Wege Tirolo-Stat. Giornico und San Pellegrino-Dorf Giornico kreuzen sich auf dem Grat. Beschreiten wir von ihrem Schnittpunkt aus den ersten der beiden, so werden wir, 25—30 m tiefer gelegen, zur Rechten eine in der Talrichtung sich erstreckende flache Wiese, eine kleine vorspringende Terrasse gewahr. Bahn, Strasse und Fluss unten dran, 30 m tiefer, müssen einen Bogen um diesen Vorsprung beschreiben. Das Wiesenterrässchen erinnert uns an das analoge Terrässchen bei Nivo, ist auch ungefähr gleich gross, aber etwas unebener und höher über dem Tessin gelegen und im Süden nicht frei endigend. Es liegen da vielmehr auf engem Raum eine ganze Anzahl, für diesen Abschnitt ausnehmend grosse, ja imposante, etwas gerundete Blöcke von Hausgrösse vor, z. T. so stattlich wie wir sie von der Ruvina her kennen und dort ausgemessen haben.

Noch weiter südlich liegt wieder ein kleines auffallendes Wiesenareal, etwas breiter als das erste und ungefähr 15—20 m tiefer, aber immerhin noch 20 m über der Bahnhofstrasse von Giornico bei der Brücke über den Tessin. Diese merkwürdigen, weil nicht erwarteten isolierten Terrassengebilde, die unter sich keinerlei genetische Beziehungen haben, erinnern ganz an anderswo auftretende Moränenvorkommnisse, haben aber nichts mit solchen zu tun. Das letztgenannte Terrassenstück liegt auf der Höhe der Bahnlinie, es bildet den Bauplatz eines grösseren Bahnwärterhäuschens und kann zur Unterscheidung als Wärterhausterrässchen bezeichnet werden.

In der Mitte zwischen diesem unten und dem Grat der Wasserscheide oben, in zirka 20 m vertikalem Abstand von beiden liegt ein wichtigeres Niveau; es ist nicht mehr ein blosser Fetzen einer Terrasse, sondern ein durchgehend einheitliches Gesimse mit geringem, aber auffallend gleichmässigem Gefälle. Diese Terrasse, sie mag wohl 20 m breit sein, lässt sich talabwärts verfolgen, bis sie in den heutigen Talboden übergeht und gleichzeitig mit dem ganzen Schuttwall, in den sie eingebaut ist, verschwindet. Die Kante der ganzen Wasserscheide bildet mit diesem Horizont einen spitzen Winkel bei Giornico, sie fällt ihrerseits auch stetig und gleichsinnig, aber etwas steiler ab. Vielleicht muss man diese Terrasse mit der ersten bildungsgeschichtlich verbinden, in ihrer Lage stimmen sie jedenfalls überein, doch sind sie heute durch den genannten Blockschutt getrennt.

δ) Die Tomahaufen von Giornico. Ebenfalls zwischen Barolgia und Tessin, aber wieder mehr in die rechte Talhälfte zurückversetzt, liegen Giornico gegenüber zwei ideal ausgebildete Tomahügel. Ganz so wie es zu erwarten ist, der grössere höhere unter ihnen talaufwärts gelegen; er trägt die alte Kirche Castello, man könnte ihn daher „Motta di Castello“ nennen. Die beiden Hügel liegen 180 m weit in der Talrichtung auseinander, ihr Zwischenraum wird theoriegemäss von Flusschotter gebildet, das gehört zur Definition von Tomahaufen; man braucht nur in das Barolgiabett dicht daneben hinabzugehen, um sich von der Tatsache zu überzeugen. Das linke Flussbord ist gerade hier gut aufgeschlossen und zeigt wohlgeschichteten Schotter von manchmal grobem, manchmal feinem bis sandigem Aufbau.

Die Motta di Castello erhebt sich knapp 30 m über ihre Umgebung, hat einen beinahe wie abgezirkelten kreisförmigen Umriss und setzt sich aus gewaltigen Gneissblöcken zusammen; diese bilden sein grobes Gerüst, neben dem sich aber auch Gerölle, wiederum die Val Osadigo-Gesteine in ziemlicher Menge vorfinden. Der Hügel eignet sich sehr gut für Weinbau und wird zu diesem Zweck auch gut ausgenutzt; er ist außerdem ein günstiger Aussichtspunkt für einen Blick das Barolgiatal nach Tirolo hinauf sowohl wie talabwärts in das 700 m breite normale flache Tessintal, in die untere Leventina mit ihren steilen Trogwänden rechts und links, zwischen denen der Tessin mehr als genug Raum besitzt und ruhig in die Riviera hinabfliesst. Schaut man nach Norden, so stösst sich der Blick an der annähernd $1\frac{1}{2}$ km entfernten Südfront des Pellegrino-Sturzes, der dort wie abgeschnitten jäh und plötzlich abbricht. Links unterhalb tritt bei Tirolo die Barolgia aus ihrer engen und steilen Schlucht ins Freie und biegt um die Häusergruppe in südlicher Richtung; wir schauen gerade in ihre Rinne hinein. Tirolo liegt auf dem Schuttkegel der Barolgia, wir sehen ihn sich bis zu uns erstrecken, freilich eingeengt und modifiziert zwischen der im vorigen Abschnitt besprochenen Schuttmasse einerseits und durch die Sturzblockhalden längs der rechten Talwand anderseits. Wir sehen keine Fläche, die an einen KegelmanTEL erinnert, eine solche mag ursprünglich bestanden haben, seither aber hat sich die Barolgia in sie hinein ihre heutige Rinne gegraben. Von ihr aus steigt nach beiden Seiten ausgedehntes Wiesland flach an und zwar rechts bis hinauf zur Kante der Wasserscheide mit dem Tessin.

Der kleinere Tomahügel ist mehr ein flacher Blockhaufen als ein Hügel; er ist nur 8 m hoch, besteht ganz aus Gneissblöcken und ist mit Bäumen bestanden. 800 m unterhalb mündet die Barolgia in den

Tessin; nachdem sie am letzten kleinen Blockhaufen vorbeigeflossen ist, kann sie ihren Kurs ändern und dem Hauptfluss direkt zuwenden.

B. Theoretische Alternativen.

a) Der Bergsturz von San Pellegrino. Wer das Strässchen Anzonico-Cavagnago beschreitet, erhält schon kurz nach Villa nuova einen topographischen Überblick par excellence über die Biaschina im speziellen und ihre in Betracht gezogene Umgebung, d. h. den anliegenden linken Talabhang und das gegenüberliegende Plateau von Chironico-Grumo. Im Abschnitt Anzonico-Cavagnago befindet man sich schon dem Mittelstück der Ablagerung der Biaschina gegenüber, dem Pellegrinoschuttberg. Von ihm ist man getrennt durch das elliptische Flächenstück der unteren Biaschina. Wie ich schon früher erwähnt habe, verengt sich das Tal unterhalb, zirka bei San Pellegrino von neuem, bevor es bei Giornico endgültig eine grosse Breite einnimmt. Diese Einschnürung wird durch einen Knick im „Trümmerstrom“ bewirkt, der offenbar durch Anprall rechterseits eine Abbiegung nach links erfuhr. Alle Aufschlüsse des Monte Pellegrino haben zur Genüge gezeigt, in wie hohem Grade die Masse, die ihn aufbaut, zertrümmert ist; es liegt ein zusammengepresster Gesteinsgrus vor, durch die Wucht eines Bergsturzes erzeugt. Einem von Lavorgo herunterfliessenden Strom wäre ursprünglich nichts im Wege gelegen, ich wüsste nicht, woran er bei San Pellegrino Anstoss hätte nehmen, was ihn auch hätte bewegen können, nach links abzuschwenken. Was nun? Man versucht es mit einer modifizierten, diesem Sachverhalt Rechnung tragenden Erklärung. Man trennt die Ruvinamasse von der Pellegrinomasse als etwas schon ursprünglich nicht Zusammengehöriges ab, verlegt die Abrissnische um $1\frac{1}{4}$ km nach Süden, lässt aus ihr den Monte Pellegrino entspringen und dessen Reflexionsstrom talabwärts. Damit hätte dann die auffällige, wallartig-halbkreisförmige Anordnung der „Ganna di Pedrello“ (Ganna = Blocktrümmer) mit der tessinwärts gerichteten Konvexität eine verständliche Deutung gefunden, desgl. der enorme Mächtigkeitsunterschied der Pellegrinomasse sensu strictu einerseits, der Aufschüttungen zwischen Barolgia und Tessin andererseits. Demnach wäre also aus dem Abschnitt Anzonico-Cavagnago (oder präziser Villa nuova-Segno) genannt: Nische von Cavagnago, besser „Nische von Motta“ eine Gneisschicht von angenommen 150 m durchschnittlicher Mächtigkeit in die untere Biaschina abgerutscht, wäre zur Hälfte als Monte Pellegrino zu Füssen des Plateaus von Grumo zerstört liegen geblieben, zur Hälfte nach dem gewaltigen Anprall als Rückschlagsstrom weiter verfrachtet worden, wobei eine

nochmalige gleichbedingte entgegengesetzt gerichtete Ablenkung nicht ausgeschlossen ist: sie würde erklären, warum die Tomahügel von Giornico der rechten Talseite wieder ebenso nahe liegen wie der linken.

Eine derartige Synthese des Vorgangs ist gewiss sehr einleuchtend, und ich bin ganz mit ihr einverstanden. Nun gibt es aber wieder Leute, die die „Nische von Motta“ einfach nicht sehen können, vielmehr in diesem Abschnitt noch die Terrasse Sobrio-Cavagnago fortgesetzt haben wollen und zwar bis nach Villa nuova. Dass der Bergsturz einem Niveau höher als das Strässchen entstammen muss, ist selbstverständlich, woher hätte er sonst die lebendige Kraft gehabt, noch nach dem Anprall im Tal unten auf einer kilometerlangen Strecke das Reibungshindernis zu überwinden? woher die Wucht die grössten Gneissbänke in einen klastischen Zustand zu zerstossen? Liegt aber das Abrissgebiet oberhalb des Terrassenhorizontes, so müsste doch die Rutschmasse von diesem aufgehalten, also auf der Sobrioterrasse zur Ablagerung gekommen sein, falls diese nicht mitergriffen wurde, sondern heute noch besteht. Nach Lautensach z. B. setzt sich hier die Terrasse ununterbrochen fort; Stapff zeichnet in seine geologische Karte sogar Moränen darauf ein. Ich habe meinerseits viel loses Trümmermaterial von Geschiebegrösse, manchmal auch von Geschiebeform oben angetroffen, aber nicht ein einziges Stück von absolut sicher erratischer Herkunft finden können. Aufschlüsse gibt es sozusagen keine, und wo man eine Blösse etwa so bezeichnen könnte, zeigt es sich immer, dass das Anstehende mit gewohntem Fallen von über 30° nicht tief verborgen liegt.

Wenn nicht einmal alle die Nische zugeben, wird man begreifen, dass ich keine genauen Grenzlinien und Ausmasse dieses hypothetischen Hohlraums anzugeben vermag, umso eher als sie sich seit ihrer Bildung durch abtragende Verwitterungsvorgänge zweifellos verschoben und verwischt haben.

Wer sich eine Vorstellung zu bilden bemüht vom Aussehen der Bergsturzform gleich nach Geschehen, begeht einen Fehler, wenn er sich einfach in der Höhe des heutigen Monte Pellegrino eine Brücke über die Biaschina schlägt. Die Biaschina hat an dieser Stelle ihre grösste Breite und erscheint vom Bergschutt vollkommen befreit. Die Mächtigkeit der Schuttmasse muss von Anfang hier viel geringer gewesen sein als auf der rechten Talseite; wäre dem nicht so, so müsste der eingezwängte Trümmerstrom geradeaus auf Giornico zugeschossen sein und könnte man sich wieder nicht erklären, warum das Tal wenig unterhalb von neuem schmäler wird. Im angenommenen Fall aber ist weitaus der grösste Teil des Sturzmaterials — ich

schätze zwei Drittel — auf die Gegenseite hinübergebrandet (siehe Taf. III Profil VIII) und hatte auf dem Talboden noch Spielraum genug, um, dem Reflex folgend, Serpentinen zu bilden. Bei gleichmässiger Ausfüllung des Tals erschiene mir die Ausräumung eines elliptischen Stückes aus der Ablagerung heraus im Widerspruch mit den Gesetzen der Erosion, denen zufolge der Vorgang der Abtragung unten anhebt und allmähhlich rückwärts und aufwärts um sich greift. Gleichmässig aber müsste die ursprüngliche Schuttverteilung vorausgesetzt werden, wenn man die Ruvina als Brandungswall ansehen will, weil in diesem Fall der Monte Pellegrino schon zum Trümmerstrom gehören würde und in einer geflossenen Masse ein Ausgleich der Bestandteile Gesetz ist. Für die Trennung von Ruvina und Monte Pellegrino argumentieren also:

1. die Anordnung der Ganna di Predello,
2. die Form der unteren Biaschina,
3. der zweifach gebrochene Trümmerstrom zwischen San Pellegrino und Giornico.

Dabei ist man aber durchaus nicht genötigt, Ruvina und Monte Pellegrino in Gedanken gleichermassen zu scheiden, wie es der Ticinetto getan hat. Man könnte die Teilung beispielsweise da vornehmen, wo ich einen Fazieswechsel vermute, könnte also demnach einen gewissen Bruchteil ($1/5 - 1/3$ vielleicht) der südlichen Ruvina noch zum Monte Pellegrino schlagen, als einen genetischen Bestandteil desselben. Dieses Stück Monte Pellegrino liesse sich ohne Schwierigkeiten noch aus der „Nische von Motta“ herleiten, aus ihrer nördlichsten Randpartie.

Ich habe von einer zweifach gebrochenen Bogenlinie des Reflexionsstromes gesprochen, der zweite Knick ist aber etwas hypothetisch. Der erste liegt klar zutage: von der dem Plateau von Grumo lückenlos anlagernden Pellegrinoschuttmasse springt der von diesem Plateau losgelöste Fortläufer gleich unterhalb der Kirche plötzlich ab auf die linke Talseite hinüber, an die er den Tessin verlegt. Dieser Wall berührt die linke Talwand nicht, der Tessin trennt ihn von ihr. Das ist aber nur das heutige Bild und braucht nicht immer so gewesen zu sein und war es wahrscheinlich auch früher nicht. Wenn man nämlich die Tomahügel unterhalb berücksichtigt und auch sie dem Bergsturz von Pellegrino eingliedern möchte, ist, glaube ich, die Voraussetzung unerlässlich, dass der Reflexionsstrom an der linken Talseite seinerseits eine Richtungsänderung erfuhr, die ihn nach rechts ablenkte, wo jetzt im kleineren der beiden Hügel von Giornico die Schuttablagerung punktförmig abschliesst.

Ich habe in einem früheren Abschnitt dargetan, dass der Barolgia und Tessin trennende Wall auf einer Seite in verschiedenen Höhen terrassiert ist und habe seine Bergsturznatur nicht beweisen können. Ich habe diese Wasserscheide bei meinen Begehungen sukzessive als Bergsturz-, Moränen-, Schuttkegelmasse auffassen zu müssen geglaubt und bin nun, den Kreis schliessend, wieder zur ersten Annahme zurückgekehrt, indem ich glaube, dass es sich um eine Ablagerung von geflossenen Bergsturzmaterial handle, die allerdings im Zusammenhang mit der unzweifelhaft fluviatilen Terrassenbildung in der Folge ihre Kennzeichen verloren hat. Irre ich mich, so sind die Tomahügel von Giornico schwerlich anders denn als Relikte eines unabhängigen, relativ älteren Bergsturzes zu deuten, der möglicher rechtsseitiger Provenienz ist, denn seine Überbleibsel sind der südwestlichen Talwand ziemlich angenähert und liegen weit ab von der Gegenseite. Spuren einer Nische für diesen sehr bedingten Sturz wären allerdings eher wieder auf dieser letzteren, also auf der linken Talwand aufzufinden, aber, versteht sich, nur unterhalb der Sobrioterrasse zu suchen.

Wenn ich mich aus bestimmten Gründen veranlasst sehen würde, die Tomahügel von Giornico einem ganz spezifischen selbständigen Bergstuz zuteilen zu müssen, könnte ich mit meinem Entschlusse, ob ich diesen von der rechten, ob von der linken Talwand ableiten müsse, mit Recht zögern. Es ist hier der Ort, die überraschende Beobachtung mitzuteilen, die Lautensach gemacht hat; er hat gefunden, dass im Kanton Tessin merkwürdigerweise die Bergstürze bedeutend die Bergrutsche überwiegen. Er schreibt (Lt. 55 p. 51):

„Die Abtrennung der abstürzenden von den anstehend verbleibenden Felsmassen erfolgte mit Ausnahme der Rutschungen von Campo längs ausgeprägter Klüfte, nicht längs der Stratifikationsflächen. Bei keinen der zahlreichen von mir beachteten Bergstürze des Tessingebiets also handelt es sich um eigentliche ‚Bergschlipfe‘ oder ‚-rutsche‘ im Sinne Heims. Die Bodenbewegungen von Campo sind nach Heim eine in Schuttrutschung übergegangene langsame Felsrutschung. Die übrigen Fälle sind typische ‚Felsstürze‘.“

In der Biaschina kann es sich freilich nicht gut um etwas anderes als um einen Bergrutsch handeln, der Bergsturz ist hier durch die topographischen Verhältnisse von vornherein ausgeschlossen. Jeder von der Südwestseite sich loslösende Bergsturz hätte auf dem Plateau Chironico-Grumo eine ausgezeichnete Unterlage gefunden, auf der er liegen geblieben wäre bis auf den heutigen Tag, nur am Rande dieses Plateaus wäre ihm vielleicht ein unbeträchtlicher Massenbruchteil in die Biaschina hinunter entwichen. Das genannte Plateau ist aber frei

von Bergschutt, es zeigt Rundhöckerformen mit meist recht wenig mächtiger erratischer Schuttbekleidung.

b) Die Ruvina. Ich habe diese meine abschliessenden Betrachtungen an den Gesamtüberblick über die Aufschüttungen der Biaschinastrecke aus einer Höhe von 500 m über derselben angeknüpft. Mein Standpunkt war auf dem Strässchen Anzonico-Cavagnago, mitten in der „Nische von Motta“. Es ergab sich dann von selbst, dass ich die Ablagerungen südlich des Ticinetto-Einschnittes, die sich dem Auge von da aus besonders günstig präsentieren und überdies leicht zu beurteilen sind, zuerst zu diskutieren unternahm. Ebenso gut und vielleicht logischer wäre die umgekehrte Reihenfolge der Behandlung erschienen, die mit der Ruvina begonneu und mit den Tomahügeln von Giornico abgeschlossen hätte. Meine Einteilungsart hielt ich deswegen für zweckmässiger, weil sie in der Anordnung der Überschriften schon andeutet, dass die Ruvina und der Monte Pellegrino ihrem Wesen nach nicht unbedingt dasselbe bedeuten müssen. Ausserdem wollte ich die Besprechung der einfacheren Verhältnisse vorwegnehmen und das Problematische an den Schluss setzen.

Die Dinge liegen hier nicht ganz so klar, wie es aus der Vogelschau den Anschein hat; der nähere Augenschein bei der Untersuchung der Kleinformen und der Bodenzusammensetzung hat Fragen erstehen lassen, die nicht so leicht zu beantworten sind. Hier fehlen eben die so unentbehrlichen Aufschlüsse! Da ist allen voran eine Frage, es ist die wichtigste zugleich, die sich aufdrängt und gebieterisch nach einer Entscheidung verlangt; sie lautet: Was ist jetzt eigentlich die Ruvina? ist sie ein Bergsturz oder eine Moräne? Zur Beantwortung einer solchen den Grundgedanken meiner Arbeit berührenden Frage gilt es vorerst sorgfältig das Für und Wider dieser und jener Annahme gegeneinander abzuwägen.

Morphologischerseits kann kein Ausschlag gegeben werden, hier ist das Eine so gut möglich wie das Andere, ein von Nordosten gekommener Bergrutsch sowohl wie eine grosse Grundmoräne und Seitenmoräne oder eine angeschnittene und durchbrochene Endmoräne. Nach dem Habitus der Aufschlüsse halten sich ebenfalls beide Möglichkeiten das Gleichgewicht. Die ganze Oberfläche, speziell die Scheitelpartie der Ruvina als einen grossen Aufschluss betrachtet, bietet durch ihre Blockfelder unbestreitbar die Ansicht eines Bergsturzes. Profilartige Durchschnitte, wie in der Ticinetto-schlucht, gibt es hier leider keine. Über die Unterlage der Blöcke geben heute nur kleine Wegeinschnitte oder Steingruben dürftige Auskunft. Hier aber zeigen sich immer in sandigem Lehm eingebettete Geschiebe und zwar nicht allzu selten

Geschiebe erratischer Fazies des Hauptgletschers. Liegt vielleicht eine Mischung von Bergsturz- und Gletscherschutt vor? Oder ist etwa ein Bergsturz auf eine Moräne gefallen, sei es in loco, sei es etwas weiter talaufwärts? Im letzteren Fall könnte man sprachlich die ganze Ablagerung als Moräne bezeichnen; die groben Trümmer wären ja auch noch eine Strecke weit, sagen wir etwa aus der Entfernung von Faido, vom Gletscher getragen und transportiert worden, nur hätte dieser kurze Weg nicht hingereicht sie zu zerreiben, abzunutzen und eigentliche gerundete „Geschiebe“ daraus zu machen.

Zuoberst auf der Ruvina hat der Steinhauerbetrieb eine ziemlich grosse Grube geschaffen, in der man die Verquickung der Gneissblöcke mit den Geschieben studieren kann. Es scheint hier wirklich, als ob die Blöcke, soweit sie im Boden stecken, kantengerundet, soweit sie in die Luft hinausragen, noch eckig verblieben wären. Auch oberflächlich herumliegende Trümmer zeigen vielfach rundliche Formen; man darf sich aber, davon ausgehend, nicht zu weittragenden Schlüssen verleiten lassen. Nicht jede stumpfe Kante und glatte rundliche Blockfläche deutet *eo ipso* auf Eisschliff hin. Sehr häufig wird man es da mit Spuren der Verwitterung zu tun haben, in anderen Fällen sind den Trümmern durch Stoss und Reibung beim Fallen und Rutschen Spitzen und Kanten abgebrochen oder stumpf gerieben worden oder endlich hat ein Teil der besonders verdächtigen Trümmer tatsächlich Gletscherpolitur erlitten, aber nicht als Moränengeschiebe, sondern als Bestandteil der Fläche der einstigen Talwand, von der sie dann später durch Bergsturz hierher gelangt sind.

Handelt es sich darum, die Möglichkeiten dessen was die Ruvina sein könnte aufzuzählen, so gehört die reine Moräne unabweisbar dazu. Fragt man aber nach der grösseren oder kleineren Wahrscheinlichkeit dieser verschiedenen Möglichkeiten, so spricht besonders ein Umstand sehr zugunsten des Berggrutsches und einer Mischung von Felsblöcken und Moränengeschieben im Material seiner Aufschüttung. Wer nämlich der Bergsturzmöglichkeit nachforscht, sieht gleich ein, dass er den Ort der Herkunft seines Materials sonst nirgends suchen kann, als auf der linken Talseite und zwar im Umkreis von Anzonico. Die Terrasse von Sobrio müsste also auch hier wie in der „Nische von Motta“ mit abgebrochen sein und zwar, da diese Terrasse südlich Cavagnago und nördlich Calonico ihrer ganzen Länge nach Träger von ansehnlichen Moränen ist, mit ihrer Moränenauflagerung.

Es ist doch gewiss auffallend, dass gerade an derjenigen Terrassenstrecke oben die diluvialen Geschiebeabsätze fehlen, besser gesagt aussetzen, die unten im Tal die Trümmeraufschüttungen der Biaschina

begleiten; es braucht ja schliesslich ursprünglich nicht überall und kontinuierlich Moräne deponiert worden zu sein, vielerorts ist sie jedenfalls auch den Wildwassern der Bäche zum Opfer gefallen, aber sicherlich ist das erwähnte Zusammentreffen hier das wertvollste Argument für diejenigen, die den Bergrutsch verteidigen wollen. Sie brauchen aber auch eine Nische, und zwar muss diese um so grösser sein, wenn sie die Biaschinatrümmer alle einem einheitlichen Ereignis zuschreiben wollen, und das will z. B. Lautensach. Aber gerade für Lautensach bildet die Nischenfrage noch ein ungelöstes Problem. Ich könnte mir schwerlich vorstellen, wie die ganze von Lavorgo bis Giornico verbreitete Schuttmasse allein aus der bei Anzonico gedachten Felsnische abzuleiten wäre, obwohl ich mir hier eine solche Nische nicht nur denke, mir scheint sie auch effektiv sichtbar zu sein. Die Nische von Anzonico würde meines Erachtens gerade für die Masse der Ruvina passen, nicht aber noch für den ganzen sich unterhalb daran anschliessenden Schuttwall. Aber auch wenn das zutreffen würde, möchte ich bestreiten, dass die Wucht eines Sturzes, geschweige denn des Rutsches von Anzonico herunter ausgereicht hätte, um auf der Talsohle noch einen 4 km langen Strom zu erzeugen mit der lastenden Anfangsmächtigkeit eines Monte Pellegrino; das wäre, glaube ich, nur möglich gewesen, wenn der Vorgang ohne Anprall abgelaufen wäre, wenn also das aufnehmende Tal in der Richtung des Sturzes selbst gelegen hätte. Eine von hier ausgehende Besprechung hätte mich also, wie ich sehe, wahrscheinlich ebenfalls zu einer Trennung von Monte Pellegrino und Ruvina geführt; während aber dort die Nische Schwierigkeiten bereitet, ist es hier umgekehrt die Ablagerung.

Die „Nische von Motta“ lässt an Deutlichkeit — ich wiederhole es — zu wünschen übrig und ist deshalb Einwendungen, die man gewärtigen muss mehr ausgesetzt als die Nische von Anzonico. Vielleicht ist ein blosser Altersunterschied an dieser Verschiedenheit schuld, der der Anzoniconische eher zugesteht, Ausgangsort einer Bergkatastrophe gewesen zu sein: sie erscheint eben noch frischer und nicht vernarbt; jedenfalls ist es aussichtsloser, dass nachmals in ihr Gletscherschliffe gefunden werden als bei Motta, Pascoci und Roira.

Wohlverstanden, auch mich zwingen die topographischen Verhältnisse von Anzonico nicht zur Anahme einer Bergsturznische. Ich möchte nur gesagt haben, dass, wenn man die Ruvina als eine von der linken Talseite herabgekommene Schuttmasse ansieht, der Ort von Anzonico und kein anderer als Ausgangspunkt derselben angenommen werden muss, man kann gar nicht anders. Ist aber die Ruvina eine Moräne — die Frage liegt noch immer in der Schwebe,

ich will sie in der Folge noch eingehender prüfen — so ist die Sobrioterrasse bei Anzonico ganz einfach nach und nach eintretenden kleineren Gesteinsrutschungen, die, wie die Bergstürze auch unter dem ewig vorhandenen Einfluss der Abwitterung stehen, zum Opfer gefallen: statt einer plötzlichen, einer langsam um sich greifenden Denudation. Die Topographie von Anzonico kann so gut ohne wie mit Bergsturz erklärt werden. Liegt südlich Nivo ein Bergsturzhaufen vor, so kommt einem die Geländekonkavität bei Anzonico wie gerufen und nützt man sie selbstverständlich entsprechend aus.

Ja, und wo liegen jetzt eigentlich die Schwierigkeiten, da man doch ausser Gneissblöcken von vornherein schon Moränematerial in der Aufschüttung miterwarten darf? Bevor ich den eigentlich springenden Punkt berühre, will ich hier einwenden, dass man mit gleichem Recht, mit ebendenselben Gründen in der Pellegrinomasse eine Mischung der Gneisstrümmer mit erratischen Geschieben hätte vorfinden müssen, doch zeigte sich in den dortigen ausgezeichneten Aufschlüssen nichts dergleichen. Was ist aus den Moränegesteinen geworden, die ursprünglich auf der Sobrioterrasse im abgerutschten Stück der „Nische von Motta“ auflagen? Sind sie bei der Wucht der Zerschmetterung in der Biaschina spurlos aufgerieben worden? Warum fehlen diese Geschiebe der Ruvina nicht auch gänzlich?

Es ist anzunehmen, dass bei Übereinstimmung in der Mischung der erratischen Geschiebe überhaupt und der Leitgeschiebe im besonderen, nördlich und südlich der Lücke Calonico-Cavagnago auch das unterbrochene Terrassenstück ein gleichartig zusammengesetztes Gemenge diluvialen Schuttet trug. Da diese Übereinstimmung in Realität besteht, fragt es sich jetzt, ob sich die Analogie weiterhin auch auf die dem Talboden aufliegenden Ruvinageschiebe ausdehnt. Wenn ja, wenn wirklich auch hier Einklang herrscht, so ist mit annähernd vollkommener Sicherheit bewiesen, dass die Ruvina ein Bergrutsch und dass ihre Geschiebeführung ein Bestandteil desselben ist, dass ein Gneisschichtenkomplex mit samt seiner Moränenbedeckung seinen Halt verloren hatte und erst auf der Talsohle neu gewann. Wenn ja, so kommen dagegen alle andersgerichteten Erklärungstendenzen nicht mehr auf, man braucht ihnen kein Gehör mehr zu schenken.

Ich habe aber eine Unstimmigkeit entdeckt, die dazu angetan ist, die erwünschte Zuversicht in den Bergsturz zu erschüttern. Sie besteht darin, dass unter den Ruvinageschieben ausser den lokalen, ganz gewöhnlichen Gneissen und Amphiboliten und den Bündner- und Hornblendegarbenschiefen auch solche von Marmor und Rauhwacke und von Rotondogranit auftreten. Den Marmor und die Rauhwacke,

die eine grosse Seltenheit sind, will ich als Argument ausschalten, da wo ich sie angetroffen habe, könnten sie sich eventuell auf zweiter Lagerstätte befunden haben, es war in der Nähe des Steinbruches von Nivo unter der rechten Talwand (bei zirka 670 m). Der Rotondogranit lässt sich aber nicht so umgehen, er ist ein relativ ziemlich verbreiteter Findling, ist in allen Höhenlagen des Schuttberges verstreut und findet sich an der Grenze gegen das Anstehende nicht häufiger als gegen die Talmitte zu. Seine Häufigkeit ist allerdings nur beziehungsweise beträchtlich, er fällt ungesucht nicht auf, doch wenn man ihm besonders nachgeht, ist er wie gesagt da und dort anzutreffen und leicht an seiner stets kugelrunden Form zu erkennen. Rotondogranit, das bezeichnendste Leitgeschiebe des Hauptgletschers habe ich aber auf der Sobrioterrasse von Calonio und Cavagnago-Parnasco nirgends angetroffen und trotz speziell darauf hingerichteter Aufmerksamkeit auch nicht in einem einzigen Exemplar gefunden; auf der linken Talseite kommt er zwar vor, aber nur in der „Moräne“ von Lavorgo, also auf der Talsohle unten.

Zwei verschiedene Überlegungen helfen mir aus meiner Verlegenheit notdürftig heraus. Nach der einen müssen sich trotz meiner Misserfolge Rotondogranite auf der Sobrioterrasse in besseren Aufschlüssen noch finden lassen und die Ruvina würde dennoch durch einen grossen Bergrutsch entstanden sein, der anstehenden Fels und Moräne disloziert und gemischt wieder abgelagert hätte; nach der andern wäre der Bergrutsch in bedeutend kleinerer Form auf eine bereits anwesende grosse Hauptgletschermoräne abgesetzt worden. Ich habe immer Anstoss daran genommen, dass die Ruvinageschiebe ein so frisches unbeschädigtes Aussehen zeigen und sich von Moräne an primärer Lagerstätte nicht unterscheiden lassen. Das ist aber vielleicht nur oberflächlich der Fall, oberflächlich sind auch riesige Gneissblöcke ungeborsten erhalten geblieben, die im Innern der Masse wahrscheinlich vernichtet und zu Grus vermahlen worden wären.

Noch einer Schwierigkeit begegnet die Deutung der Ruvina als Bergsturz. Lautensach hält die Ablagerungen des „Retaeinschnittes“ bei der Sägerei unterhalb Lavorgo für einen Absatz in einen Bergsturzsee. Wie ist das möglich bei einem von links herabgekommenen Rutsch? Die Retaablagerungen liegen auf der linken Tessinseite und ihnen direkt gegenüber bildet die Ruvina das rechte Ufer! Hat die Rutschmasse den Tessin zu einem See gestaut, so muss die Biaschina ganz von ihr verstopft gewesen und der See infolgedessen nördlich des Retaeinschnittes bei Lavorgo gelegen sein, denn dieser Einschnitt gehört schon in die Biaschina. Die Retasande und -tone können Absätze

in einen See nur dann verstehen, wenn es sich um einen Moränenstausee handelt und die stauende Moräne wäre keine andere gewesen als unsere Ruvina wiederum. Wie man sieht, ist die Aufgabe eine befriedigende Antwort auf die Frage, ob die Ruvina eine Endmoräne oder ein Bergsturz sei, dazu angetan, Verwirrung zu stiften und gar nicht so leicht zu lösen. Um in ihr einen Schritt weiter zu kommen, bin ich nur zu diesem Zwecke ins Val Blegno hinaufgegangen, um mich dort südlich Aquila nach einer entsprechenden Endmoräne umzusehen.

Dieser Exkurs hatte jedoch den für möglich gehaltenen Erfolg nicht: er hat mich keine der Ruvina analoge Endmoräne des Brennogletschers auffinden lassen. Das Fehlen jeglicher grossen Endmoräne zwischen Aquila und Biasca spricht nach der Gletschertheorie ebenso für das Nichtvorhandensein einer Endmoräne im Abschnitt Lavorgo-Biasca, wie das Bestehen einer solchen im Val Blegno entschieden zugunsten der Ruvinaendmoräne gezeugt hätte. Nun braucht aber die Ruvina, um Moräne zu heißen, nicht unbedingt eine Endmoräne zu sein, es kann sich ja auch um eine Seiten- oder Grundmoräne handeln. Seitenmoräne ist durch das Vorhandensein der Rotondogeschiebe, die sich nur im Talgrunde finden liessen, als unwahrscheinlich von der Hand zu weisen und statt dessen Grundmoräne zu begünstigen. Grundmoräne aber setzt sich dem Wasserlauf in der Regel nicht seestauend entgegen; da aber bei Lavorgo deltaartige Anzeichen das Postulat eines Sees bedingen, muss als Ursache des selben doch wieder ein Bergsturz hingestellt werden.

Es ist vielleicht gerechtfertigt, dass ich hier summarisch wiederhole, was für den Moränencharakter der nördlichen Ruvina spricht: einmal ist es die Lage in einem glazialgeformten Tal und am Ausgang des Val Chironico (die Zusammensetzung des Schutthaufens steht aber im Widerspruch zur Annahme einer Ticinettoendmoräne). dann sind es die Geschiebe von Rotondogranit (Marmor und Rauhwacke) und ihr frischer Erhaltungszustand und schliesslich die Ablagerungen des Retaeinschnittes, falls sie in ruhigem Wasser gebildete Sedimente bedeuten.

Dementgegen spricht für einen Bergsturz besonders laut das Aussetzen der Sobrioterrasse im Abschnitt Calonico-Cavagnago zum mindest bis Villa nuova und damit Hand in Hand gehend der diluvialen Schuttbedeckung auf dieser Strecke, und im positiven Sinn das Vorhandensein, unten bei Nivo, einer grossen Trümmerablagerung mit riesigen Gneissblöcken und Moränengeschieben darunter, in der überwiegenden Mehrzahl von der Art, wie sie am Ort ihrer Herkunft bei Anzonico

gedacht werden müssen. Ausserdem kann man als untergeordnete Argumente verwerten: das Fehlen morphologisch so hervorragender Moränen in diesem Talstück auf einer viele Kilometer langen Strecke sowohl oberhalb wie unterhalb, was das hier unvermittelte plötzliche Anschwellen unverständlich macht; das Vorkommen eines analogen Bergsturzes unmittelbar an die Ruvina südlich anschliessend, im Zusammenhang mit der diluvialen Gestaltung des Talquerprofils und, wenn man will, die oben erwähnten Glimmersand- und Tonabsätze bei und nördlich Lavorgo.

Um alles gesagt zu haben, sind noch ein paar Worte über die Aufschüttungsmassen bei Nivo und Lavorgo vonnöten, da diese offenbar in ziemlich enger Beziehung zu der talsperrenden Ruvina stehen. Da ist an erster Stelle der „Schuttkegel von Nivo“ zu nennen. Ich habe diese Trümmerablagerung anfangs für den Schuttkegel eines intermediären Ticinetto angesehen und auf das „Trockental“ Chironico-Nivo bezogen, doch wollte mir seine diesbezügliche Orientierung nicht recht passen und schien mir die Materialanhäufung unverhältnismässig gross. Hat nämlich der Ruvinabergsturz den Ticinetto oben bei Chironico gestaut und vorübergehend nach Nivo abgelenkt, so sah sich dieser veranlasst, seine Geschiebe im Stausee von Chironico zu belassen, aus dem er gereinigt abfloss; die kurze Strecke vom Seeausfluss bis Nivo hätte nicht mehr hingereicht, so viel neues Geschiebe aufzulesen, um einen derart grossen Schuttkegel noch vor der Mündung in den Tessin aufzuschütten zu können. Ausserdem enthält dieser „Schuttkegel“ Moränengeschiebe, von denen ich Marmor besonders hervorheben will. Die erratischen Geschiebeelemente können nicht alle aus dem Chironicotal herkommen; Bündnerschiefer, Marmor und Rotondogranit geben Haupttalfazies an. Was sie anbetrifft, so kann ich mir ihre Anwesenheit auf dreierlei Art auslegen: erstens kann sie der Abfluss von Chironico der Ruvina entnommen und hier wieder abgesetzt haben, zweitens kann es sich um Talmoräne auf primärer Lagerstätte handeln, drittens könnte ein Teil von ihnen (wie bei Fall 1) auf sekundärer Lagerstätte ruhen und von der Terrasse von Rodont (entspricht der Sobrioterrasse auf der rechten Talseite) durch Absturz oder Abschwemmung herzuleiten sein, und viertens endlich kann man sie sich als rein fluviatile Geschiebe, als Gerölle des Tessins erklären.

Wie gesagt, ich hielt die vorliegende Ablagerung erstlich für einen Schuttkegel; durch Bedenken veranlasst ersetzte ich ihn später in Gedanken durch Moräne und heute erblicke ich in ihm ein Stück Ruvina: grau ist eben alle Theorie. Allerdings erstreckt sich das

zugehörige Abrissgebiet nicht so weit nach Norden, und ist zwischen der hier ins Auge gefassten Aufschüttung und dem gegenseitigen Talwinkel ein ziemlich breiter Alluvialboden eingeschaltet, der wie übrigens die Aufschüttung selbst keinen Sturzschutt trägt. Wie ist es also möglich, diesen Standpunkt zu vertreten? Waren nicht die vorigen besser gefestigt? Müsste nicht bei der Auffassung der Ruvina als Bergsturz von links her und des „Schuttkegels von Nivo“ als in der Folge durch abtragende Kräfte erniedrigten und unkenntlich gemachten Teil desselben die Biaschina, statt bei Nivo erst zu beginnen, bis nach Lavorgo hinaufreichen? Nicht unbedingt. Ich betrachte den „Schuttkegel von Nivo“ als eine Art nördlichen Ausläufer des Bergsturzes der sich nicht zum Schuttstrom zu entwickeln vermochte, weil die Strömungsrichtung talaufwärts gerichtet war. Die Bedingungen dieses Fortsatzes erblicke ich darin, dass die Sturzmasse durch den Monte Pellegrino behindert war, einen süd- und talabwärts gerichteten Trümmerstrom zu entsenden, in dem der Rückschlag hätte aisklingen können: er konnte nur nach Norden ausweichen.

Die Retacone muss ich, wie ebenfalls die gegenüberliegenden fäinklastischen Ablagerungen des Terrässchens von Nivo, überbordendem Tessinhochwasser zuschreiben, daran hindern mich die phylogenen Fossilien, die sich darin fanden, nicht. Lautensach beschreibt sie ja ausdrücklich als allochthone Relikte. In diesem Fall sind die Gneissblöcke, die man im Retaceinschnitt konstatieren konnte nicht, wie Lautensach sich ausdrückt, in die Tonunterlage „hineingekrochen“, sie waren vielmehr vor dieser schoa da und durch die Bergsturzkatastrophe hierher verlagert worden. Bei der Arbeit, sich einen Weg durch die verstopfte Biaschina zu bahnen, mag der Tessin zuerst die leichteren Sturztrümmer fortgerissen und sie später durch Tonsuspensionen in toten Winkeln ersetzt haben.

Im beschreibenden Teil habe ich nördlich von dieser Stelle auf gleichem Niveau, zwischen den beiden Bächen, die sich im Dorfe Lavorgo vereinigen und dann wieder ob den nördlichsten Häusern der Ortschaft stratifizierte Tonaufschlüsse in umgekehrter Reihenfolge behandelt. Desgleichen habe ich dort die Aufmerksamkeit auf einen schönen Sandaufschluss und ein Terrässchen mit deltastrukturartigem Längsschnitt an der Strasse hingewiesen, die zirka im Talquerprofil: Kirche Calonico-Mte. Raslumo getroffen würden. Hier muss ich sie in einem Atemzuge nennen, um anzudeuten, dass ich sie unter einem Gesichtspunkt zusammenfassen will: genetisch. Es sind Absätze in Wasser, die alle in etwa 40—35 m über der Strasse endigen, also über einen gemeinsamen Horizont nicht hinausreichen. Im gleichen

Niveau beginnen an der nördlichen Ruvina die Blöcke oberflächlich freier herumzuliegen, darunter schauen sie, fest im Boden wurzelnd, nur mit ihren obersten Spitzen aus ihm heraus. Da war der anfängliche Überlauf des Stausees.

Es ist zu erwarten, dass sich der Widerstreit Moräne oder Bergsturz, Bergsturz oder Moräne, auch auf das Seeproblem ausdehnt und überträgt. Warum, fragt der Verteidiger der Endmoräne, hat denn die Ruvina, als Bergsturz aufgefasst, nur die Spuren eines wenige Dekameter tiefen Sees hinterlassen? müsste er denn nicht logischerweise die Erstehung eines mindestens 150 m tiefen Beckens veranlasst haben? Diese Frage setzt dem Gegner unbestreitbar zu. Aber die Ablagerungen von Lavorgo sind nur Reste und sind nicht eindeutig erklärt. So können die als Moräne gedeuteten Geschiebe am Südrand des Dorfes auch als Geschiebe auf sekundärer Lagerstätte angesehen werden, die ursprünglich bei Calonico oben lagen, Geschiebe, die man jetzt mit gleichem Recht Gerölle nennen könnte, und wir hätten wieder eine Deltaaufschüttung vor uns. Und der Ruvinabergsturz hat sicherlich in seiner Wucht den grössten Teil seiner Massen über die Talmitte auf die rechte Seite getragen: wo jetzt die Biaschina ist, war er schon a priori bedeutend niedriger (siehe Taf. III, Prof. III) und ein Teil des zugeführten Wassers mag durch die Poren der losen oberflächlichen Aufschüttung abgeflossen sein.

War, wie man annehmen kann, der Mte. Pellegrino vor der Ruvina gefallen, so hatten die Überflusswasser von Lavorgo nach der zweiten Katastrophe nur die obere Biaschina neu zu eröffnen, die untere war es bereits, wenigstens provisorisch. Indizien eines verharrenden Seespiegels habe ich am Anstehenden nirgends angetroffen; Ablagerungen, die auf einen See hindeuten, bin ich nur auf der linken Talseite begegnet — auch da könnte man sich vielleicht noch fragen, ob sie nicht etwa Grundmoräne vorstellen — auf der rechten Seite fand ich keine Andeutung von solchen. Das Dilemma bleibt bestehen. Ich aber habe nach und nach meinen Standpunkt auf neutralem Boden preisgegeben und der einen Ansicht parteiisch mehr zu huldigen begonnen als der andern, derjenigen, die mir den grösseren Grad an Wahrscheinlichkeit versprach und die Auffassung des Bergsturzes vertritt.

Chronologisch zusammenfassende Schlussbetrachtung.

Als Ursache der Biaschina-Trümmerablagerung erkenne ich die seitliche Erosion der Gletscher, was gleichbedeutend ist mit labilem Lagerungszustand der Talwände. Als das Eis geschwunden war, wur-

den die schon sehr steilen Talseiten von den wasserreichen Schmelzwässern, die viel Geschiebe führten und dadurch kräftig zu erodieren vermochten noch unterwaschen und untergraben; dadurch wurden sie also noch mehr geschwächt. Sicherlich ist die Katastrophe nicht in der Gesteinsart begründet: der Tessinergneiss ist ein gutes Bergfundament; auch stratigraphische Beschuldigungsgründe gibt es hier keine: es fehlen Unter- oder Zwischenlagen von sedimentärem tonig-mergeligem Material, das mit Wasser vermengt plastisch-schmierig würde und durch Belastung mitsamt seiner Decke zu gleiten anfinge.

Eiszeitlichen Alters sind die bei den verschiedenen Vorstössen mitgebrachten Moränendeposita, die Biaschinaablagerungen sind nur eiszeitlich bedingt, sind aber selbst nacheiszeitliche Bildungen. Das ergibt sich für die Glazialisten aus ihrem blosen Vorhandensein: die Gletscher hätten nach ihnen diese lockeren Hindernisse mit Leichtigkeit weggeräumt; für gemässigtere Geologen aber, namentlich aus dem Fehlen einer Überschüttung der Sturzhaufen mit diluvialem Gletschergeschiebe und aus der Auflagerung, wenigstens des Mte. Pellegrino auf Grundmoräne (was nur Stapff aus einem vergänglichen Aufschluss zu ersehen Gelegenheit hatte). Für die Ruvina bezeichnetet, wie schon Lautensach hervorhob, der beim Bau der Kraftwasseranlage entdeckte tiefe Einschnitt des primären Ticinetto in seine Stufenmündung östlich Chironico in schönster Weise das postglaziale Alter. Dieses Faktum, ich muss es noch besonders betonen, ist ein beinahe sicherer Beweis für den Bergsturzcharakter der Aufschüttung. Einen grossen Ticinettoschuttkegel früheren Datums braucht die Ruvina nicht überschüttet zu haben, der Ticinetto hatte immer Gelegenheit, sein grösstes Gerölle auf dem Plateau von Chironico schon abzulagern.

Also erst Gletscherzeit, dann Gletscherrückzug und Einschneiden des Ticinetto in seine Stufenmündung während eines postglazialen Zeitabschnittes von ziemlicher Dauer und erst dann bei besonders günstiger Gelegenheit das Niederbrechen der Bergstürze in die Biaschina hinunter, das erst eine Unterbrechung der Terrasse von Sobrio und ihres Moränenzuges schuf. Ich sage der „Bergstürze“! Warum? Der Ausbruch der Massen aus einem $5\frac{1}{2}$ km langen, dabei im Grundriss keine 500 m breiten Abhangsstreifen in einem Mal ist von vornherein sehr unwahrscheinlich; dann aber sind auch die Gliederungen in verschiedene Abschnitte keine theoretischen Erfindungen Prof. Schardts; er hat in seinem Kärtchen seine Grenzen der Natur nachgezeichnet. Diejenige zwischen Pascoci und Motta ist in Wirklichkeit, bei weitem nicht so ausgeprägt wie diejenige südlich Anzonico bei

Villa nuova, ich hätte sie bei Seite gelassen. Wenn aber die Natur eine Gliederung deutlich aufweist, heute noch, kann man diesen Umstand doch wohl ausnützen und zwei getrennte Bergstürze annehmen, namentlich wenn noch andere Gründe dafür sprechen.

Man könnte die Ablagerungen zwischen Nivo und Giornico drei verschiedenen Bergstürzen zuschreiben, die einander im Sinne des Gletscherrückzuges in der Reihenfolge von Süden nach Norden gefolgt wären. Dementsprechend wäre die älteste Aufschüttung, die Tomahügel von Giornico, seither wieder am weitesten abgetragen worden und ihre Abrissnische verschwunden, der jüngste Bergsturz, die Ruvina aber im Gegenteil, am wenigsten versehrt worden und ihr zugehöriges Abrissgebiet bei Anzonico noch am frischesten erhalten geblieben.

Ich begnüge mich aber mit der Aufstellung zweier Bergstürze (es sind natürlich immer Rutsche gemeint), indem eine Abtrennung der Tomahügel nicht unbedingt gefordert werden muss. Dann war es der Mte. Pellegrino, der den Anfang machte. Mit elementarer Gewalt muss er sich gegen die steilabfallende Wand des Plateaus Chironico-Grumo geworfen haben. Aufwärts könnte der Mte. Pellegrino, geologisch gesprochen über den heutigen Ticinetto hinausgereicht haben, etwa bis dahin, wo heute auf der Nordseite der Anzonacobach in den Tessin mündet. Der ursprünglich bei Chironico geradeaus weiterfliessende und nicht wie jetzt südwärts umgebogene untere Ticinetto müsste dann nicht schon durch ihn derangiert worden sein, er hätte unbeirrt an der Erniedrigung seiner Stufenmündung weitergewirkt, und etwa die nördliche Grenze des ersten Sturzes markiert.

Die beim Auf- und Anprall nicht konsumierte überschüssige lebendige Kraft löste den Trümmerstrom aus, dessen Massen, durch den Rückschlag veranlasst, das Tal noch einmal im entgegengesetzten Sinne überschritten, nochmals sich staute und an der linken Seite anliefen und sich endlich, nach der zweiten Ablenkung mitten im Tal verließen. Der Mte. Pellegrino fiel auf Grundmoräne auf und im südlichsten Teil jedenfalls noch auf den Schuttkegel der Barolgia, der sich damals in normaler Richtung, ungehindert gegen den Tessin zu aufgebaut haben muss. Nicht nur der Rückprall hat also dem Reflexionsstrom seine Anfangsrichtung gewiesen, diese muss bis zu einem gewissen Grade auch von dem verschüttet darunterliegenden Barolgiagerölle mitbeeinflusst worden sein.

Aus dem Gesagten ergeben sich für die Pellegrinokatastrophe folgende Störungen und Änderungen im Wasserregime. Wie aus

meiner Karte ersichtlich, musste sich der Barolgialauf verlängern, weil seine Mündung um 700 m nach Süden an das unterste Ende der Bergschuttalagerung verschoben wurde. Die Folda musste daraufhin ihr Wasser der Barolgia abgeben; früher floss sie wenig weiter östlich geradewegs in den Tessin. Aber selbstverständlich musste auch der Hauptfluss, und er vor allem, in Mitleidenschaft gezogen werden. Da, wie gesagt, das Tal nicht gleichmässig mit Schutt erfüllt wurde, sondern die Hauptmasse einen Brandungswall gebildet haben muss, stand dem Tessin eine zwar höher gelegene Rinne gleich wieder zur Verfügung, sie begleitete den Wall, wie heute, auf der linken Seite. Der quer dazu gerichtete Trümmerstrom unterhalb musste aber die Rinne eine Zeitlang abdämmen und somit ein kleines Biaschina-Wasserstaubecken von kurzem Bestand veranlassen. Der Überfluss dieses intermediären kleinen Sees benutzte anfänglich das ganze oberste Glied des Trümmerstromes — eben das abdämmende Stück desselben — als Überfallwehr. Dadurch kam die eigentliche rechtsseitige Abdachung desselben zwischen San Pellegrino und Castello gegen die Barolgia zu stande und hat hier im Verein mit der Barolgia den Bergsturzcharakter verdorben und durch Umspülung die Tomahügel von Giornico herausmodelliert.

Der flächenhafte Überfluss wich mit der Zeit einem geordneten linearen Abfluss, der seinerseits die obere durchgängige gleichmässig und sanft geneigte Terrasse schuf, die die jetzige Wasserscheide nahe ihrem First linksseitig begleitet. Mit der fortschreitenden Erosion hat sich der Tessin auch mehr und mehr nach links verlegt, bis an das Anstehende heran, das ihn heute, wenn er noch erosionskräftig wäre, wieder nach rechts weisen würde. Während dieser Tieferlegung entstanden noch, wahrscheinlich Ausbuchtungen des Flusslaufes bezeichnend, die etwas tieferen und kleineren Terrässchen.

Auf den Mte. Pellegrino folgte der Ruvinabergsturz, vielleicht durch ihn veranlasst und unmittelbar mitherabgezogen, vielleicht später erst nach einem kleineren oder auch grossen Zeitabstand. Heute mag das Verhältnis der beiden Schuttberge (der oberen und unteren Biaschina) etwa 3 : 4 betragen, die ursprüngliche Proportion vor der stattgehabten Ausräumung mag dem Verhältnis 3 : 5 approximativ entsprochen haben. Auch der Rutsch aus der Nische von Anzonico traf unten wahrscheinlich auf Grundmoräne, die er aufstieß und aufschürfte, und allenfalls auf einen kleinen Ticinettoschuttkegel. Einer Auswirkung der Katastrophe talabwärts lag der Mte. Pellegrino hinderlich im Wege. Die Sturzmasse häufte sich hoch auf, über-

bordete das Plateau von Chironico und dehnte sich auch talaufwärts ein Stück weit aus.

Dieser ungeheure Trümmerberg musste natürlich wiederum die Wasserwege verletzen. Der Ticinetto, der sich nach der Eiszeit mühsam und beharrlich befliess, seine Mündung im Haupttal gleichzeitig zu gestalten, hatte alle Arbeit vergeblich verrichtet. Er wurde mit einem Schlag auf dem Plateau von Chironico aufgehalten, das er nach einem neuen Ausweg suchend überschwemmte. Wahrscheinlich war er in der ersten Zeit nach der Stauung — sie kann sehr viele Jahre betragen haben — in zwei Abflüsse gespalten: einen seichten und breiten intermediären Überfluss in der Richtung nach Nivo und den Ablauf der sich in der Folge behauptet hat und die Ticinetto-schlucht mit anschliessendem Ausräumungskessel schuf. Der nördliche Überfluss muss die heutigen Verhältnisse der „Campiei“ und „Campagna di sotto“ geschaffen haben (Piano di Chironico auf der Karte): das Trockentälchen mit der kleinen Schwelle. Jedenfalls liegt Ruvinaschutt darunter und ist die Trennung des Bergwalles vom Anstehenden nur Schein und war anfänglich auch dieses Trockentälchen mit Schutt überstreut. Nördlich der Campagna di sotto gewannen die breitabfliessenden Wasser grosses Gefälle, schnitten sich eine schmale Rinne zurecht und begannen in vereinten Kräften mit dem Tessin den nördlichen Fortsatz der Ruvina zu bearbeiten und zu überschütten.

Auch hier musste sich der Tessin gestaut haben und zwar zu einem regelrechten, weithin das Tal hinaufreichenden See. Hier kam das Wasser bedeutend länger zum Stehen als in der unteren Biaschina, sodass sich Ton- und Sandabsätze von mindestens 30 m Mächtigkeit bilden konnten, wovon die heutigen Vorkommnisse wahrscheinlich nur kleine Reste vorstellen. Angelehnt an die von der Kirche von Calonico herunterstreichende Fluh kam ein Delta zur Ablagerung. Der Bach, der die dazu erforderlichen Geröllmassen herbeischaffte, ist längst erloschen, er wird wohl direkt über die Terrasse von Calonico hinweg den Berg hinunter geflossen sein. Dieses Delta bildet den nördlichsten Seeabsatz, auf den ich gestossen bin; der See selbst endigte jedenfalls weiter oben irgendwo zwischen Chiggiogna und Faido. Seine südlichste Spur ist wahrscheinlich wieder ein Delta und liegt am Südausgang von Lavorgo, wie alle anderen diesbezüglichen Sedimente, im linken Talwinkel.

Kaum hatte sich die Katastrophe vollzogen, so war der Tessin unverzüglich wieder dabei den Schaden wett zu machen und die alten Abflusszustände wieder herbeizuführen. Dies ist ihm bis heute schon

in erheblichem Masse geglückt, wenigstens ist der Durchgang nach dem offenen Tal wieder frei und somit der See längst verschwunden. In der Zeit nach den Biaschinabergstürzen ist dann durch Erosion und Abtrag das heutige Landschaftsbild entstanden. Je weiter man talabwärts geht, desto mehr begegnet man nur noch Ruinen der einstigen gewaltigen Trümmerberge. Der Ticinetto hat eine epigenetische Schlucht gebildet und, wie man aus dem Ausmass seines Mündungskessels (abgebildet auf dem Panorama von Prof. Schardt. Lt. 51) auf den ersten Blick gewahrt, einen ganz beträchtlichen Anteil an der Ausräumung der Biaschina genommen. Ruvina und Mto. Pellegrino erscheinen jetzt mit ihren ausgeglichenen Abhängen als morphologisch zusammengehörig und nur durch die Ticinettoschlucht notwendigerweise sekundär getrennt, durch das Wasser, das sich wieder einschneiden musste. In dieselbe Zeit fällt auch der kleine „Bergsturz von Calonico“ und die Ausbildung des „Terrässchens von Nivo“ durch den Tessin, vielleicht auch diejenige der heutigen Zusammensetzung der Retaablagerungen.

Ich bin jetzt am Ende meiner Ausführungen angelangt, möchte sie aber nicht schliessen, ohne auf die unsicheren und schwachen Punkte meiner Darlegungen selber noch einmal hingewiesen zu haben: Die Trennung der Biaschinaaufschüttungen in zwei verschiedene Bergstürze mag manchen willkürlich erscheinen, ich habe meinen Grund dafür angegeben. Dass nicht jeder die Abrissnischen da sieht, wo sie Prof. Schardt hinversetzt hat und ich, seinem Beispiel folgend, ebenfalls, steht jetzt schon fest. Man kann aber versichern, dass, falls es sich um Bergstürze handelt — und das ist jetzt doch soviel wie sicher nachgewiesen — müssen ihre Nischen einmal dort, ich will entgegenkommend sagen gewesen sein, wo wir sie auf der Karte eingezeichnet haben. Höher oben fangen bereits die Paragneisse an.

Warum sind im Pellegrinoschutt nicht, wie in der Ruvina, Moränengeschiebe mit untermischt? Ich habe diese Frage schon einmal aufgeworfen, ohne sie zu beantworten. Eine notdürftige Lösung derselben könnte man allerdings darin erblicken, dass die Fallhöhe der Pellegrinotrümmer, entsprechend dem Talgefälle diejenige der Ruvinatrümmer um ungefähr 80 m übertraf. Ob dieser Unterschied ausreicht, um im einen Fall die Geschiebe völlig zu vernichten und im Gneisschutt aufgehen zu lassen, die er im anderen ganz frisch erhalten hat?

Dass der Wall südlich San Pellegrino, zwischen Barolgia und Tessin aus Bergsturzsubstanz bestehe, konnte ich nicht mit Sicherheit dartun: er zeigt keine Aufschlüsse und ist nicht intakt erhalten ge-

blieben; die Annahme ist aber ziemlich wahrscheinlich, wahrscheinlicher als für den „Schuttkegel von Nivo“, auf dem ausser Haldenschutt zuoberst überhaupt keine Stürzlinge Bergsturznatur andeuten. Diese Ablagerung mag vorläufig noch problematisch bleiben, sie ist aber oberhalb der Biaschina gelegen und bedeutet infolgedessen nicht sehr viel in der Bergsturzfrage.

Rätselhaft bleiben auch die Rotondogranite, die sich wohl unter den Geschieben der Ruvina, nicht aber unter denjenigen der Sobrioterrasse-Moränen finden liessen, und die Retatone, die man nicht als Absätze in einen Bergsturzsee ansehen kann. Weil die Rutschmassen den Ort ihrer Ablagerung nicht überflogen haben können, vielmehr selbst eingenommen haben müssen, müssen diese Retaabsätze entweder vor oder nach dem Bergsturz entstanden sein. Nach der Katastrophe wäre das selbstverständlich erst nach Wiederwegräumung des hier liegengebliebenen Sturzschuttet möglich gewesen.

Die Frage nach den „Ablagerungen von Lavorgo“ beeinträchtigt den Bergsturzvorgang selbst wiederum nicht, im Gegenteil ist sie durch diesen bedingt. Man wird sie mit Sicherheit beantworten können, sobald sich wieder einmal ein paar gute Aufschlüsse auftun. Das Übrige scheint mir nicht in der Schwebe, sondern recht gut konsolidiert zu sein.

Literaturverzeichnis.

A b k ü r z u n g e n :

Lfg. = Lieferung; NF = Neue Folge; Nachl. = Geologische Nachlese; Proc. verb.
= Procès verbaux; Sep. = Separatabdruck.

N. natf. Ges. = Neujahrblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

N. J. f. Min. = Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

Peterm. Mittg. = Petermanns Mitteilungen.

Jahrb. d. S. A. C. = Jahrbuch des Schweizerischen Alpenklubs.

Bull. soc. vaud. sc. nat. = Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles.

Ztschr. deutsch. geol. Ges. = Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Berlin.

Beitr. geol. Karte = Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.

Ztschr. Ges. Erdk. Berl. = Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Viertelj. natf. Ges. = Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

Zeitschr. deutsch-östr. Alpver. = Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins.

Mittg. natf. Ges. Bern = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern.

Ecl. = Eclogae geologicae helvetiae.

Diss. Zür. = Inaugural-Dissertation, Universität Zürich.

1. 1807. H. C. Escher. Über die Bergstürze in der Schweiz. N. natf. Ges. Blatt 9.

2. 1850. A. Escher von der Linth. Felsensturz zu Felsberg. N. J. f. Min. p. 624.

3. 1867. Dr. Gust. Langenbach. Der Bergsturz am Rioberthoud im Kanton Freiburg. Peterm. Mittg., p. 271.

4. 1868. A. Escher von der Linth. *Tagebücher*, Bd. 10. p. 150—152. Verschiedene Reisen, p. 86—87.
5. 1869. L. Rütimeyer. Über Tal- und Seebildung.
6. 1873. — Die Tessineralpen. *Jahrb. d. S. A. C.*, Bd. 9, p. 327—361.
7. 1874/75. A. Baltzer. Über Bergstürze in den Alpen. *Jahrb. d. S. A. C.*, 10. Jahrg., p. 409—457.
8. 1875/76. C. Seiler. Über den Passo del Laghetto. *Jahrb. d. S. A. C.* Bd. 11, p. 282—300.
9. 1876. W. Hellwag. Bericht über die Ausmittlung der Bahnachse und des Längsprofils der Gotthardbahn, p. 39—55.
10. 1877. S. Chavannes. Eboulis de flysch aux environs de Bex. *Bull. soc. vaud. sc. nat.* vol. XV. *Proc. verb.*, p. 209.
11. 1880. A. Baltzer. Über Bergstürze. *N. J. f. Min.* Bd. 2, p. 197—199.
12. 1881. Philippe Godet. Ce qu'on fait les Alpes.
13. 1881. F. M. Stappf. Geologische Beobachtungen im Tessintal. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, Bd. 33, p. 604—617.
14. 1882. Dr. Fr. Rolle. Das südwestliche Graubünden und der nordöstliche Tessin. *Beitr. geol. Karte.* Lfg. 23.
15. 1882. Alb. Heim. Über den Bergsturz von Elm. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.* Bd. 34, p. 74—115.
16. 1882. F. M. Stappf. Geologische Beobachtungen im Tessintal. *Zeitschr. deutsch. geol. Ges.*, Bd. 34, p. 41—74, 511—556.
17. 1882. Vincenz Pollack. Beiträge zur Kenntnis der Bodenbewegungen. *Jahrb. der k. k. geol. R.-A. Wien*, Bd. 32, p. 565—587.
18. 1882. Alb. Heim. Über Bergstürze.
19. 1883. Alb. Heim. Der Bergsturz von Flims. *Sep. Jahrb. d. S. A. C.* Graubündner Oberland, p. 295—310.
20. 1884. Frank Lombard. Les catastrophes dans les Alpes. *L'Echo des Alpes*. Vol. XX—XXI, p. 244—270.
21. 1884. Dr. G. Hartung. Das alte Bergsturzgebiet von Flims. *Zeitschr. Ges. Erdk.* Berl., Bd. 19, p. 161—194.
22. 1885. Ed. Combe. Eboulements. *L'Echo des Alpes*, Vol. XX—XXI, p. 60.
23. 1888. S. Chavannes. Tauredunum. *Bull. soc. vaud. sc. nat.*, Vol. XXIV, p. 173 bis 178.
24. 1889. M. Neumayr. Über Bergstürze. *Zeitschr. deutsch-östr. Alpver.*, Bd. XX p. 19—57.
25. 1890. Alb. Heim. Die Rutschung an der Südostbahn zwischen Sattel und Steinerberg bei km 16,5.
26. 1892. H. Schardt. Sur le glissement qui a eu lieu depuis des siècles près du village d'Epesses. *Bull. soc. vaud. sc. nat.* Vol. XXVIII. p. XXV.
27. 1894. A. Penck Morphologie der Erdoberfläche. Bd. 1, p. 222—231.
28. 1895. Alb. Heim. Der diluviale Bergsturz von Glärnich-Guppen. *Viertelj. natf. Ges.*, Bd. 40. *Nachl. No. 4.* p. 1—32.
29. 1897. C. Schmidt. Der Murgang des Lammbaches bei Brienz. Himmel und Erde, p. 49—74.
30. 1898. H. Schardt. Eboulement préglaciaire près de Vugelles. *Bull. soc. vaud. sc. nat.* Vol. XXIII. *Proc. verb.*, p. 1.
31. 1898. J. Hardmeyer. Der Bergsturz von Airolo vom 27. und 28. Dezember 1898. Die Schweiz (Illustr. Zeischr.), Bd. 2, p. 514—518.

- Aug. Aeppli. Nähtere Berichte, *ibid.* p. 519.
- Ernst Zahn. Absturz vom Sasso rosso. Erste Nachricht von der Unglücksstätte. *ibid.* 518.
32. 1898. Alb. Heim. Die Bodenbewegungen von Campo im Maggiatal. *Viertelj. natf. Ges. Bd. 43.* Nachl. 8, p. 1—24.
33. 1898. Fr. Frech. Über Muren. *Zeitschr. deutsch-östr. Alpver.*, p. 1—27.
34. 1899. Der Bergsturz von Airolo. *Geographische Zeitschrift*, herausgegeben von Dr. Alfr. Hettner, 5. Jahrg., p. 105.
35. 1900. J. Oberholzer. Monographie einiger prähistorischer Bergstürze in den Glarneralpen. *Beitr. geol. Karte. N. F. Lfg. IX.*
36. 1900. V. M. Davis. Glacial erosion in the valley of Ticino. *Appalachia. Vol. IX.* p. 136—156.
37. 1901. Dr. v. Fellenberg, Dr. Kissling. Dr. Schardt. Lötschberg- und Wildstrubeltunnel. *Geologische Expertise. Mittg. natf. Ges. Bern, Jahrg. 1900*, p. 100—132. p. 114: Das Schuttgebiet von Kandersteg.
38. 1902. A. Krafft. Eboulement préhistorique de Flims. *Le Globe, Journal géographique. Tome XLJ*, p. 24—31.
39. 1902. Chironico (Piano di). *Geographisches Lexicon der Schweiz*, Bd. 1, p. 495.
40. 1903. A. Piwowar. Über Maximalböschungen trockener Schuttkegel und Schutt-halden. *Diss. Zür.*
41. 1907. Paul Beck. Der diluviale Bergsturz von St. Beatenberg. *Mittg. natf. Ges. Bern. Jahrg. 1906*, p. XIII—XIV.
42. 1907. Victor Turnau. Beiträge zur Geologie der Berner Alpen. *Mittg. Natf. Ges. Bern. Jahrg. 1906*. p. 1—36.
43. 1907. H. Schardt. L'éboulement de Grugnay, près Chamoson. *Tiré du bulletin Société Murithienne des sciences naturelles du Valais. Fasc. 34*, p. 205—223.
44. 1908. J. Königsberger. Geologische Beobachtungen am Pizzo Forno (Schweiz, Kt. Tessin) und Beschreibungen der Minerallagerstätten des Tessinermassivs. *N. J. f. Min.*, Bd. 26, p. 488—565.
45. 1908. Baltzer. Der Bergsturz von Kiental. *Ecl.*, Bd. 10, p. 13.
46. 1909. Emil Gogarten. Terrainbewegungen in der Schweiz. *Naturwissenschaftliche Wochenschrift N. F.*, Bd. VIII, p. 538—540.
47. 1909. Eug. Lienert. Besichtigung der Bauarbeiten für die Kraftanlage an der Biaschina. *Schweizerische Techniker-Zeitung*, VI. Jahrg., No. 6, p. 81—91.
48. 1909. Penck und Brückner. Die Alpen im Eiszeitalter, 3 Bände.
49. 1910. Maurice Lugeon. Sur l'éboulement de Sierre (Valais). *Bull. soc. vaud. sc. nat. vol. 46, Proc. verb.*, p. LXII.
50. 1910. Leo Wehrli. Der Erdschlipf bei Sattel am Rossberg.
51. 1910. H. Schardt. Eboulement préhistorique de Chironico. *Estratto dal Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali. Anno VI (Fascicolo Unico)*.
52. 1910. W. Staub. Die Tomalandschaften im Rheintal von Reichenau bis Chur. *Jahresber. d. geogr. Ges. Bern*, Bd. 22, p. 1—29.
53. 1910. Chr. Tarnuzzer. Der Felssturz von Valdätscha bei Trimmis. *Sep. aus dem Jahresber. natf. Ges. Graubünden. Bd. LII*, p. 53—60.
54. 1911. K. Stamm (Bonn). Schuttbewegungen. *Geologische Rundschau. Bd. 2, Heft 3*, p. 162—178.
55. 1912. H. Lautensach. Die Übertiefung des Tessingebiets. *Monographische Studie.*

56. 1912. Robert Schwinner. Der Monte Spinale bei Campiglio und andere Bergstürze in den Südalen. Diss. Zür.
57. 1913/14. P. Arbenz. Die Rutschung am Ankenfelsen bei Kollbrunn im Tösstal. Mittig. d. Naturwissenschaftlichen Ges. in Winterthur. Heft 10, p. 100—107.
58. 1918. Chr. Tarnuzzer. Die prähistorischen Bergstürze im oberen Safiental. Sep. aus dem LVIII. Jahresber. der natf. Ges. Graubündens.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Historisches	1
Eigene Beobachtungen	18
A. Konkrete Tatsachen.	
Anstehendes	18
Quellen	20
Die Aufschüttungen auf dem Talboden	21
a) Oberhalb Lavorgo	21
b) In der Biaschina	28
a) Die Ruvina	28
β) Der Bergsturz von San Pellegrino	32
γ) Die Schuttmasse zwischen Barolgia und Tessin	33
δ) Die Tomahaufen von Giornico	36
B. Theoretische Alternativen.	
a) Der Bergsturz von San Pellegrino	37
b) Die Ruvina	41
Chronologisch zusammenfassende Schlussbetrachtung	49
Literaturverzeichnis	55
