

ns ertheilten Auftrag als
rsicherung unserer voll-

Bern, den 20. Oktober 1874.

Im Auftrag der Spezialkommission :

Der Präsident : *Prof. Bachmann*,

Der Sekretär : *Rothen*.

~~~~~  
**Prof. B. Studer.**

~~~~~  
Die Gotthardbahn

Vorgetragen vor der geologischen Section am 3. Dezember 1873. *)

Wenn auch die in Angriff genommene Eisenbahn über den St. Gotthard an Grossartigkeit der Pacificbahn oder dem Suezkanal nachsteht, so wird doch Europa sie stets als eine der kühnsten und einflussreichsten Unternehmungen unseres merkwürdigen Jahrhunderts betrachten. Sie durchschneidet die Alpen in ihrer kolossalsten Entwicklung, so dass noch zur Zeit von Scheuchzer der Gotthard als das höchste Gebirge unseres Welttheils, als das Quellgebiet seiner Hauptströme angestaunt wurde und sogar Saussure noch erwartete, hier ein dem Montblanc an Höhe ebenbürtiges Gebirge zu finden. Sie eröffnet den reichen Ländern auf beiden Seiten des

*) Obgleich dieser Vortrag bereits im Jahrbuch des schweizer. Alpenclubs 1874 erschienen ist, beschloss die Gesellschaft, der er ursprünglich angehört, ihn, besser korrigirt, auch in ihre Verhandlungen aufzunehmen.

Rheins den kürzesten Weg nach Italien und dem Orient. Sie ladet mehr als keine andere den romantischen Germanen ein, seiner Sehnsucht nach dem Land der Goldorangen und Lorbeeren zu folgen, denselben Weg zu wählen, den Gøthe und Schiller besungen haben. Auch für die Schweiz werden sich noch nicht zu übersehende Folgen ergeben, wann wir einst in derselben Zeit, in der wir jetzt von Luzern aus Genf oder Lyon erreichen, zu dem Mailänder Dom oder an das Meer bei Genua gelangen können.

Das wichtigste Stück der Gotthardbahn ist der lange Tunnel, der 300^m unter dem Ursernthal, beinahe 2000^m unter dem Kastelhorn der Gotthardhöhe, bei 15 Kilometer oder mehr als 3 Schw.-Stunden lang, Göschenen mit Airolo verbindet. Der Mont-Cenis- oder Fréjus-Tunnel, zwischen Modane und Bardonnèche, ist um mehr als 2¹/₂ Kilometer kürzer, und über ihm erheben sich nur einsame Alpweiden und der schmale Gebirgskamm des Pic de Fréjus bis auf 1600^m über dem Tunnel. Nach Göschenen gelangt man von Nord her durch den schönen Aargau, die See'n der Urschweiz und das an Erinnerungen reiche Reussthal, nach Modane durch Savoien und die stets durch Wildbäche und Einstürze bedrohte Maurienne.

Nach langen Kämpfen und Unterhandlungen hatten sich (1871) Italien, die Schweiz und das Deutsche Reich zur Ausführung der grossen Gebirgsbahn, welche die deutsch-schweizerischen mit den italienischen Eisenbahnen verbinden soll, durch einen internationalen Staatsvertrag vereinigt, die erforderlichen finanziellen Mittel waren zugesichert und der Schweiz die Oberaufsicht über die Ausführung der Arbeiten übertragen worden. Zu diesem Zwecke ernannte der eidgenös-

sische Bundesrath, Herr Ingenieur Koller zum Inspektor der Gotthardbahn, mit einem Bureau im Bundesrathhaus in Bern. Dieses Bureau veröffentlicht monatliche und vierteljährliche Berichte über den Fortgang der Arbeiten.

Die Gotthardbahngesellschaft, bestehend aus den Unternehmern und Aktionären der Bahn, wählte, nach Genehmigung ihrer Statuten durch den eidgenössischen Bundesrath, in ihrer Generalversammlung einen Verwaltungsrath von 24 Mitgliedern und dieser übertrug das Präsidium an Herrn Feer-Herzog von Aarau; es wählte ferner dieser Verwaltungsrath zu Mitgliedern der geschäftsführenden Direktion die Herren Nationalrath Dr. Alfred Escher von Zürich, Regierungsrath Zingg von Luzern und Ständerath Weber von Bern. Als Oberingenieur der ganzen Bahn wurden ferner gewählt Herr v. Gerwig von Karlsruhe und die Ausführung des grossen Tunnels, durch einen Vertrag, Herrn Favre übertragen.

Die geologische Kommission der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft war vom Bundesrath eingeladen worden, allfällige Wünsche mitzuthemen in wie fern die Tunnelarbeit zu wissenschaftlichen Zwecken benutzt werden könnte. Sie machte aufmerksam auf die Wichtigkeit, vor Ausmauerung des Tunnels, Sammlungen der durchbrochenen Gesteine, nebst Angaben über geologische und physikalische Verhältnisse zu veranstalten und dieselben in- und ausländischen Museen und Universitäten anzubieten. Der Antrag fand, sowohl bei dem Bundesrath und der Gotthardbahndirektion, als von Seite der Herren Koller und v. Gerwig, die dankenswertheste Unterstützung. Die Anzahl der Sammlungen zuerst auf 12 festgesetzt, wurde bald, in Folge

zunehmender Anmeldungen, auf 60 ausgedehnt. Von diesen gehen nun 25 in die Schweiz, 23 nach Deutschland, 8 nach Italien, zugleich zeigte sich aber das Bedürfniss, zur Auswahl der Stücke und Beurtheilung der geologischen Verhältnisse, einen besonderen, hiezu befähigten Ingenieur anzustellen, und die Gottharddirektion, im Einverständniss mit der geologischen Kommission übertrug diese Aufgabe Herrn Stapff, der seinen Sitz in Airolo nahm.

Zugleich ersuchte die geologische Kommission Hrn. Prof. v. Fritsch, damals in Frankfurt a. M., jetzt in Halle, der, während seines frühern Aufenthaltes in Zürich, 1864—66, sich mit der Aufnahme einer geologischen Karte des Gotthardgebirges befasst hatte, er möchte seine Arbeit abschliessen und, als eine der Lieferungen der geologischen Kommission, erscheinen lassen, ein Wunsch, dem Herr v. Fritsch im Laufe dieses Jahres freundlichst entsprochen hat. Unabhängig von dieser Arbeit war kurz vorher eine ähnliche erschienen von Herrn Giordano in Florenz, der bereits 1865 mit andern Geologen im Auftrage ihrer Regierung die schweizerischen Alpenpässe besucht und 1871 auf die geologische Aufnahme des Gotthards Zeit und Fleiss verwendet hat.

Von den granitischen, von ewigem Schnee bedeckten Centralmassen, die in den Hochalpen aus der leichter zerstörbaren Schieferumgebung hervorragen, durchsetzt der grosse Tunnel zwei der wichtigsten. Er tritt bei Göschenen in den Gneissgranit der Finsteraarhornmasse, die, vom Berner Oberland her, über die Grimsel und das Gletschergebiet des Galenstocks nach dem Crispalt und Piz Tumbif fortsetzt, und wird, bis

er die Vertikale des Urnerlochs durchschnitten hat, d. h. bis auf $2\frac{1}{2}$ Kilometer vom Eingang, kaum andere Steinarten finden. Am Ausgang des Urnerlochs, hinter der alten Kirche, ist weisser, glimmeriger Marmor oder Cipollin anstehend, und auf der Streichungslinie desselben zeigen sich, sowohl nach der Oberalp zu, als westlich, nach der Furka hin, nördlich von Realp und bis nach Obergestelen im Wallis, dunkle Kalksteine und schwarze Schiefer, in denen man auf der Furka Belemniten gefunden hat, oder Rauchwacken, die das Vorkommen von Gyps können vermuthen lassen. Ob diese Steinarten, wie man glauben mag, in die Tiefe bis auf das Niveau des Tunnels fortsetzen, wird sich später ergeben.

Vom Urnerloch bis Hospenthal ist der bei 1 Kilometer breite Thalboden, der früher wohl einen Alpensee enthielt, von Sand, Schlamm und Kies bedeckt und die Steinart des Untergrundes lässt sich nur an der ansteigenden Begrenzung beurtheilen. Bei Andermatt hat die neue nach der Oberalp führende Strasse vorherrschend schwarze Kalk- und Thonglimmerschiefer durchschnitten, die aber auch Einlagerungen von Quarzit und selbst von Gneiss enthalten. Dieselben Steinarten findet man an der Westgrenze des Thales, im Ansteigen nach der Furka. Bei Hospenthal und auf der südlichen Thalseite sind die Schiefer ebenfalls vorherrschend, meist schmutzig grün, chloritisch oder als verwachsene Hornblendschiefer, aber auch mit gewöhnlichem Glimmerschiefer und Glimmergneiss abwechselnd. Hoch über dem Thalboden, auf Gigenstaffel, am Abfluss des S. Annagletschers, schliessen diese Schiefer ein wohl gegen 100^m mächtiges Giltsteinlager ein, das seit ältester Zeit abgebaut wird, und im Fortstreichen desselben,

am linkseitigen Ausgang der Unteralp, geht der grüne Schiefer in massigen Serpentin über. Zwischen beiden Stellen zieht in der Tiefe der Tunnel durch und, da die Schichten vertikal stehen, so wird er wohl auch in dieser Gegend, nicht volle 4 Kilometer weit vom Göschenen-Eingang, auf diese Steinarten treffen.

Ohne scharfe Grenze gehen weiter südlich die grünen Schiefer in Glimmerschiefer und dieser in Gneiss über, der, nicht wesentlich verschieden von demjenigen bei Göschenen, als Gneissgranit erscheint; der Tunnel ist, südlich von Andermatt, in eine neue granitische Centralmasse, in die des Gotthards, eingetreten und verlässt sie erst bei Airolo, an seinem südlichen Ausgang.

Im Gamsboden, bei 250^m oberhalb Hospenthal, herrscht dieser, durch weissliche Farbe und granitartige Zerklüftung sich von den tiefer anstehenden Schiefnern sogleich unterscheidende Gneiss allgemein und auf der Fläche der Passhöhe, wie an den sie begrenzenden Höhen der Prosa und Fibbia sieht man keine andere Steinart. Auch die Tremolaschlucht abwärts bleibt man noch lange von ihm umgeben, dann folgen wieder deutlicher schiefrige Gneisse und Glimmerschiefer, oft reich an Granat und Hornblende, die zum Theil fast vorherrschen. Bei Airolo grenzen diese Schiefer an eine Zone von sandähnlichem Dolomit und Gyps, die sich, auf der Nordseite von Val Bedretto, bis zum Nufenenpasse, ostwärts nach Canaria und über den Lukmanierpass hinaus verfolgen lässt, und in enger Verbindung mit diesem Dolomit steht eine mächtige Masse von schwarzem Kalk- und Thonglimmerschiefer, worin auf dem Nufenenpasse, wie in der entsprechenden Zone des Urserenthales, aber in grösserer Menge, Belemniten vorkommen.

Der Tunnel folgt jedoch nicht der Richtung der jetzigen Gotthardstrasse; er lässt Hospenthal, den Gamsboden, das Gotthardhospiz und Val Tremola mehrere Kilometer westlich liegen und erreicht, in gerader Linie, unter Andermatt, dem S. Annagletscher, dem Kastelhorn und dem Sella-See durchgehend, die westlichsten Besitzungen von Airolo. Die Gesteinsfolge im Tunnel wird daher von der vorhin angegebenen zum Theil abweichen. Die Schiefer der Gigenalp setzen südwärts nach dem Kastelhorn fort, aber der granitische Gneiss des Gamsbodens ist an der Oberfläche und vielleicht auch in der Tiefe, in der Richtung des Tunnels nicht vertreten. Das Kastelhorn besteht, nach Giordano, aus einem 200—450^m starken, von Ost nach West sich erstreckenden Grate von rauhem, zerspaltenem dunkelm Diorit und wenn, wie bei der steil südlichen Einsenkung der Gesteine zu erwarten ist, diese Masse auch vom Tunnel erreicht wird, so trifft man hier auf eine Steinart, auf die man, nach dem, was die Gotthardstrasse darbot, nicht vorbereitet war. Auch südlich vom Kastelhorn, am See von Sella und abwärts nach Airolo kommt an der Oberfläche Gneissgranit nicht mehr zu Tage. Das herrschende Gestein ist Glimmerschiefer oder Glimmergneiss, zuweilen mit grossblättrigem silberweissem Glimmer, mit Einlagerungen oder mächtigen gangartigen Nestern von Hornblendgestein und tiefer abwärts reich an zum Theil erbsen- und nuss-grossem Granat. Sella und die benachbarten Alphäler Scipsius und Sorescia haben vorzüglich die als Gotthardmineralien bekannten ausgezeichneten Eisenrosen, Rutil, Titanite, Turmaline, Apatite u. a. geliefert. Sofern dieser Reichthum tiefer abwärts sich nicht ver-

liert, lässt sich im Tunnel auch für Sammlungen von Mineralien Schönes erwarten.

Bei einer flüchtigen Vergleichung der Karten von Giordano und v. Fritsch glaubt man bedeutende Abweichungen wahrzunehmen, und noch grössere, wenn man diese Karten mit der 1833 erschienenen von Lardy (Schweiz.Denkschr.) zusammenstellt. Genauer betrachtet zeigen sich diese Differenzen von nicht grosser Wichtigkeit. Die Kalk- und Thonschiefer gehen, durch Aufnahme von Glimmer, ohne schärfer zu bestimmende Grenze, über in Kalk- und Thonglimmerschiefer, und bei reicherer Entwicklung des Glimmers, erkennt man diese als Glimmerschiefer; weiterhin mengt sich Feldspath ein, oft so sparsam, dass er nur durch einen Löthrohrversuch erkannt und vom Quarz unterschieden wird, dann auch in grösserer Menge, so dass die Steinart Gneiss heisst, Augengneiss und porphyrartiger Gneiss, wenn grössere Feldspathkrystalle, unregelmässig oder krystallinisch begrenzt, ausgeschieden sind. Auch sonst zeigt der Gneiss mehrfache Abänderungen. Die Glimmerblättchen, die in der Regel, wie im Glimmerschiefer, parallel liegen und seinen Hauptcharakter, die Schieferung oder tafelförmige Absonderung erzeugen, sind entweder auf den Schieferflächen angehäuft, sie oft ganz bedeckend, fehlen aber in dem dazwischen liegenden Gemenge von Feldspath und Quarz, so dass der Stein im Querbruch gebändert erscheint; oder der Glimmer, obgleich immer parallel liegend, ist durch die ganze Masse vertheilt. Ist er in grösserer Menge vorhanden, so durchzieht er in zusammenhängenden Blättchen die Massen und trennt, im flasrigen Gneiss, das Feldspath- und Quarzgemenge in grössere und

kleinere Nester. Ist er sparsam entwickelt, so spaltet der Stein zuweilen in sehr dicke Tafeln, die sich nicht weiter, oder nur schwer spalten lassen und man hat eine in den Alpen häufige Gneissart, die Saussure *Granit-veiné* genannt hat. Zuletzt verliert sich auch der Parallelismus des Glimmers oder er wird unklar, weil der Glimmer die deutliche Blättchenform einbüsst und wie in zusammengerollten Knötchen und Nestchen auftritt, und diese Abänderung, die immer noch deutlich in dicke Tafeln gespalten ist, wird als granitischer Gneiss oder Gneissgranit bezeichnet. Wird auch die Tafelspaltung unklar, oder fehlt sie ganz, so heisst die Steinart, stets aus Glimmer, Quarz und Feldspath bestehend, nicht mehr Gneiss, sondern Granit.

Bei diesen schwankenden Charakteren und dem Mangel fester Grenzen im Vorkommen der Steinarten ist leicht zu erwarten, dass der eine Geologe noch zum Glimmerschiefer zählt, was ein anderer als Gneiss bezeichnet, dass der Gneiss des einen, einem andern Granit heisst. Und so finden wir es auch. Vieles, das Lardy als Glimmerschiefer bezeichnet, heisst v. Fritsch Kalkglimmerschiefer, Giordano Kalkschiefer. Den Gneiss von Giordano zerfällt v. Fritsch in mehrere Arten, die er meist dem Glimmerschiefer beordnet; die grossen Granitmassen Giordano's, die ganze Finsteraarhornmasse, den Gamsboden und seine westliche Fortsetzung, die Gotthardhöhe bis und über den Lucendrosee hinaus, erkennt v. Fritsch als Gneiss, und wahren Granit findet er nur in der Felskruppe des Piz Rotondo und Kühbodenhorns, westlich von Bedretto, in einem wahrscheinlichen Ausläufer derselben zu beiden Seiten der Fibbia, am Piz Lucendro und in Val Tremola, und in einer beschränkteren Partie bei Oberkäsern, südlich von Realp.

Merkwürdig genug verliert nämlich der Gneissgranit unserer Centralmassen an einzelnen, nicht häufigen Stellen auch die Tafelerspaltung und wird, ohne wesentlichen Wechsel der Bestandtheile, wahrer massiger Granit, der gangartig das Nebengestein durchsetzt und Trümmer desselben einschliesst. So bei Valorsine, am nördlichen Fuss der Aiguilles-Rouges, so, nach Beobachtungen und Zeichnungen von Escher¹⁾ und E. Collob, an der Mieselenwand und am Thierberg auf beiden Seiten des hintern Unteraargletschers, so auch, nach v. Fritsch, in der Gruppe des Piz Rotondo.

Es hält schwer, diese massigen Granite von den aus gleichen Bestandtheilen bestehenden Gneissgraniten zu trennen; daher die grössere Ausdehnung, die Giordano ihnen gegeben hat, daher auch Lardy beide, unter der Benennung Granit, in zwei breiten, die ganze Karte durchziehenden Zonen, die eine der Finsteraarhornmasse angehörend, die andere der Gott-hardmasse, darstellt.

Es bleibt mir noch, um ein vollständiges Bild dieser Gebirge zu geben, die Aufgabe, über ihre Struktur und Lagerungsverhältnisse zu berichten. Wir stossen da auf bis jetzt nicht gelöste Räthsel, die vielleicht auch durch die im Tunnel zu gewinnenden Ergebnisse ihrer Lösung näher geführt werden.

Als Urbild der Struktur alpiner Centralmassen dient diejenige des Montblanc, wo zuerst Saussure auf die nach oben auseinandergehende, fächerförmige Stellung der Gneissgranittafeln aufmerksam wurde. Die mittelste Tafel, den Kamm des Gebirges bildend und vorzugsweise als Granit entwickelt, steht vertikal; auf beiden Seiten derselben fallen die Tafeln um so

¹⁾ S. Mitth 1874.

schiefer gegen sie ein, je weiter sie von ihr entfernt sind, und zugleich wird die Tafelstruktur deutlicher, die Steinart ist Gneiss, Glimmergneiss und Glimmerschiefer. Am unteren Rande des Fächers fallen auch die angrenzenden Schichten von Kalkstein, Kalkschiefer, Dolomit unter den Fächer ein und werden von den tiefern krystallinischen Tafeln desselben bedeckt. Diesem Bilde entspricht am besten das durch die grösste Breite der Montblancmasse, etwa von Chamonix nach Entrèves, gezogene Profil, doch zeigt sich auch hier die Anomalie, dass auf der Seite von Chamonix die dem Kalk aufliegenden Schiefer und Gneisse eine Zone von wohl 3 Kilometer Breite einnehmen, während auf der Seite von Courmayeur der Granit oder (nach Gerlach) Porphyr des Hauptkammes sich bis an den darunter liegenden Kalk ausdehnt und für Gneisse oder Glimmerschiefer gar keinen Raum lässt. Wo dann, gegen das Wallis zu, die Centralmasse schmaler wird, verliert sich auch die Fächerstruktur, die granitischen Tafeln der Ostseite stellen sich in Val Ferret vertikal, bei Orsières fallen sie östlich, wie die der Westseite, und der Kalk des M. Catogne ist ihnen aufgelagert. Der Granit oder Porphyr ist ferner hier in Gneiss übergegangen.

Man hat später die Fächerstruktur an den Berner Alpen, am Gotthard und an andern Centralmassen nachgewiesen. Aber auch die Anomalien fehlen nicht. Schon in der dem Montblanc nahen, aber weit schmälern Masse der Aiguilles-Rouges fallen alle Gneiss tafeln steil, beinahe vertikal, östlich, und in der Höhe liegt auf ihren Schichtköpfen horizontal Kalk mit jurassischen Petrefakten. — In den Berner Alpen herrscht, wenn man von Grindelwald oder Guttannen aus die

Gneissgebirge ansteigt, stets steiles Südfallen, dann folgen vertikale Gneissgranittafeln; auf der Wallisseite, bei Naters, Lax, Viesch ist Nordfallen. Man übersieht sehr schön diese Fächerstellung auf der rechtseitigen Höhe über dem Rhonegletscher: am nördlichen Abfall des Galenstocks und an allen nördlichen Gebirgen stets Südfallen, an denjenigen zwischen dem Galenstock und der Furka Nordfallen. Am Urnerloch und bei der alten Kirche stehen die Schichten vertikal, aber die schwarzen Schiefer im Ansteigen nach der Oberalp fallen nördlich, und auch in Tavetsch herrscht auf der linken Rheinseite Nordfallen, entsprechend dem Südfallen in Maderan und Glarus. Ebenso an der Gotthardmasse, wo bereits Scheuchzer († 1733) auf die steil südliche Einsenkung der Felslager auf der Nordseite des Berges, im Gegensatz zum Nordfallen auf der Südseite aufmerksam gemacht hatte. Auch alle spätern Beschreibungen von Saussure, C. Escher, Ebel und die Profile von Gimbernath, Lardy, wie die neuesten von Giordano und von Fritsch heben diese Fächerstruktur hervor. Das nördliche Einfallen der Dolomite bei Airolo unter die Granat, Hornblende und Disthen führenden Glimmerschiefer ist auch bereits durch den Anfang der Tunnelarbeit bestätigt worden. Unsere Karten weisen aber auch hier wieder auf eine bedeutende Anomalie hin. Die Gotthardmasse zeigt nicht, wie andere Centralmassen, einen fortlaufenden höchsten Kamm granitischer Gesteine. Eine stark vergletscherte Gruppe massigen Granits erhebt sich, wie bereits erwähnt wurde, westlich im Piz Rotondo und in der Umgebung des Wyttengewässergletschers. Man kann sie ostwärts über Lucendro bis in die Prosa- und Fibbiagipfel verfolgen. Dann erscheinen in den Sella-Alpen

und östlich von Val Tremola schiefrige Steinarten, durch welche der Tunnel zu brechen ist, und erst zu beiden Seiten des Lukmaniers, nördlich von Val Cadlimo und in den Medelserhörnern, erheben sich wieder festere, granitähnliche Gneisse. Auch die enge Verbindung der Gneissgranite und Glimmerschiefer mit Hornblendgesteinen zeigt sich in den westlichen Centralmassen nicht wie am Gotthard und weiter östlich. Wo sie vorkommen, wie in den Berner Alpen, sind sie aufgelagert, nicht eingelagert.

Saussure hat die Gneisstafeln des Montblanc und der andern Centralmassen als wahre Schichten betrachtet, die sich früher horizontal gelagert und erst nachher ihre gegenwärtige Fächerstellung erhalten hätten. Wie diess geschehen sei, ließ er dahingestellt. Auch der ältere Escher, Ebel, Lardy und die Mehrzahl späterer Geologen haben sich dieser Ansicht angeschlossen, und erst in unserer Zeit ist versucht worden, den Hergang jener Umwälzung der Schichten begreiflich zu machen, indem man voraussetzte, die tiefer liegenden krystallinischen Schichten seien durch eine Spalte der Oberfläche hinausgepresst worden und hätten über derselben ein Gewölbe gebildet, das aber, weil die Spalte zu eng war, erst oberhalb sich breiter habe entwickeln können, das Gewölbe sei dann zerstört worden, so dass nur die tiefern, gegen die Spalte convergirenden Theile stehen geblieben seien und nun die Fächer der Centralmasse bilden. Auf dieser Annahme beruht das hypothetische Profil der Gotthardmasse, das in den Verhandlungen der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Frauenfeld 1871 erschienen ist.

Bereits zur Zeit von Saussure hatte indess der Mailänder Abbate Pini, in seiner Monographie des Gotthards 1783, behauptet, die Absonderungen der Gneissgranite der Alpen seien nicht als Schichtflächen, sondern als Klüfte aufzufassen, wovon er sich nach lange fortgesetzter Untersuchung ihres Vorkommens am Gotthard überzeugt habe, indem nicht selten die parallel scheinenden Absonderungen in ihrer Fortsetzung einen spitzen Winkel bildeten, die dazwischen liegende Masse also sich auskeilte. — Zu demselben Ergebniss führte später im Berner Oberland die Betrachtung der Lagerungsverhältnisse des Gneisses zu dem anstossenden und vom Gneiss bedeckten oder umwickelten Kalk. Niemand, der hier die Verhältnisse selbst gesehen hat, wird dem Gedanken Raum geben, sie durch Verwerfungen (Failles), oder Ueberschiebung der starren Gneissmasse über den jüngern Kalk erklären zu wollen. Alles drängt, wie sehr man sich dagegen sträuben mag, zu der Ueberzeugung, dass der Gneiss, als eine weiche Masse (als eine geschmolzene, feurig flüssige, wogegen die Kontakterscheinungen sprechen, habe ich sie niemals bezeichnet, ich will nur eine Thatsache constatiren, nicht eine Hypothese vorschlagen), die Kalkschichten umgebogen und umschlossen habe, dass seine Tafeln nicht als früher horizontale abgelagerte Schichten, sondern als eine später erfolgte Zerklüftung oder Schieferung aufzufassen seien. Es ist endlich diese Ueberzeugung, dass die Tafelstruktur des centralen Gneisses unserer Gebirge keine wahre Schichtung sei, auch von einem der besten und genauesten Kenner unserer Hochalpen, Herr vom Rath, Professor in Bonn, nach mehrjährigen Reisen am Gotthard und in seinen Umgebungen, ausgesprochen

worden (Deutsche geologische Gesellschaft XIV, 1862 pag. 527).

Sowie im Berner Oberland besonders die abweichende Lagerung der angrenzenden Steinarten die Unmöglichkeit klar machte, die Absonderungen des Gneisses als Schichtung zu deuten, indem häufig die Kalklager horizontal über oder unter vertikalen Gneiss tafeln liegen, so ist auch am Gotthard eine abweichende Lagerung zwischen dem Gneiss und den Granat enthaltenden Schieferen zu erwarten, die mit den Belemnitenschiefern in Verbindung stehen, und Beobachtungen im Tunnel, von Airolo einwärts, sind in dieser Beziehung besonders zu empfehlen. Sie werden freilich erschwert durch den Umstand, dass der Tunnel die Hauptmasse des Gneissgranits westlich lässt und meist durch Glimmerschiefer führt.

Alle Beobachter endlich berichten, dass neben der Fächerstruktur oft andere Spaltungen vorkommen, die nicht selten sogar deutlicher sind, als die erstern. *Giordano* führt an, dass neben dieser besonders zwei Spaltungen sich bemerkbar machen, die eine beinah horizontal, die andere ungefähr senkrecht auf die herrschende Schieferung, von NNW nach SSO, mit schwacher Neigung nach SW. Die horizontale Zerklüftung ist auch an der Oberfläche an vielen Stellen so auffallend, dass man wirklich mächtige horizontale Granitbänke zu sehen glaubt, und Vertheidiger eines neptunischen Ursprungs des Granits leicht geneigt sein könnten, diese Absonderungen als die wahren Schichtflächen, die andern als Schieferung zu erklären.

Nachtrag.

Vorgetragen den 31. Oktober 1874.

Der Tunnel bei Göschenen war Ende Septembers bis auf 1354^m vom Eingang fortgeschritten, der monatliche Fortschritt betrug 108^m. Die Steinart blieb stets grauer Gneiss, bald granitartig, oder als Augengneiss, bald schiefrig. Das herrschende Streichen der Gneiss-schichten war nach N 55 E, das Fallen mit 81 SE. Gänge und Kluftausfüllungen von Eurit oder Talkschiefer folgten, theils derselben Richtung, theils derjenigen der vorherrschenden Zerklüftung nach N 6-36 W mit steilem W Fallen.

Diese Verhältnisse werden, so viel die Aussenfläche erkennen lässt, anhalten bis auf 2200^m vom Tunnelportal, oder gegen das Ende des Urnerlochs, dann folgen, nach dem Profil von Giordano, schiefrige Gneisse und auf diese, unterhalb der alten Kirche von Andermatt, bei 130^m Kalkstein. Bei einem Fortschritt von 108^m im Monat wird der Tunnel diesen Kalkstein etwa Ende August 1875 erreichen.

Bei Airolo war Ende Septembers die vom Südportal an erreichte Tunnellänge 1099^m; der monatliche Fortschritt betrug in Folge der Zähigkeit des Gesteins und theilweiser Unterbrechung der Arbeit nur 51^m. Man durchschnitt, bis 83^m vom Eingang, Dolomit, meist zuckerkörnig, braun, gelb oder weiss, dann helle Glimmerschiefer und Quarzitschiefer, mit Einlagerungen von dunkeln Glimmerschiefer, durchzogen von Kalkspathadern. So bis etwa 170^m vom Eingang. Weiterhin folgten Glimmerschiefer mit vielen Granaten und Hornblendnadeln, letztere öfters den Glimmer ganz verdrängend. Bei 500^m ungefähr vom Eingang folgten

sehr quarzreiche, auch wohl talkhaltende Glimmerschiefer, abwechselnd mit Granat oder Hornblende, seltener, zwischen 700 und 800^m, Disthen und Stauroolith führende Glimmerschiefer. Eingesprengt erschien auch Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies. Die quarzreichen, zum Theil als schiefriger Quarzit auftretenden Glimmerschiefer hielten an, so weit bis jetzt die Arbeit fortgesetzt ist.

Das allgemeine Streichen dieser Schiefer war N 52 bis 65 E, das Fallen mit 52 bis 66 NW. Zugleich zeigten sich aber zwei abweichende Zerklüftungen, die eine von N nach S, mit steilem Einfallen nach W, die andere von E nach W, mit 60° nach S fallend. Der ersten Kluftrichtung folgen Adern von Kalkspath und auf einer solchen fanden sich da, wo die Ader 500^m vom Eingang, in die Ostwand des Tunnels eindringt, in geringer Anzahl, Blättchen von gediegen Gold. Das Vorkommen kann einstweilen kaum mit einem andern in den Alpen in Verbindung gebracht werden. Die zunächst liegenden Fundorte von Gold, am Simplon und in den Thälern südlich vom M. Rosa, gehören den piemontesischen Gneissgebirgen an, die von der Gotthardmasse durch die Belemniten führenden Kalkglimmerschiefer von Val Bedretto und der Nufenen getrennt sind. Auch ist das Gold dieser Gebirge nicht rein ausgeschieden, auf Kalkspath aufsitzend, sondern in Schwefelkies fein eingesprengt. Oestlich vom Gotthard ist früher am Calanda bei Chur auf Gold gebaut worden, ein Unternehmen, das bald mit starker Einbusse zum Abschluss kam. Der Calanda ist aber ein Kalkgebirge, nach Lage und Steinart ganz verschieden vom Gotthard.

Die Granatglimmerschiefer halten, nach Giordano, an der Aussenfläche bis 620^m vom Eingang an. Ihre