

# Zeitschrift

der

## Deutschen geologischen Gesellschaft.

1. Heft (Januar, Februar und März 1878).

---

---

### A. Aufsätze.

---

#### I. Untersuchungen über die Gesteine des St. Gotthardtunnels.

VON HERRN OTTO MEYER in Leipzig.

Mit dem für die Geologie, namentlich wegen der fächerförmigen Stellung seiner Schichten so interessanten St. Gotthard haben sich in neuerer Zeit besonders zwei Forscher beschäftigt. Prof. v. FRITSCH in Halle hat sich während seines früheren Aufenthalts in Zürich 1864 — 66 eingehend mit der Untersuchung dieses Gebiets befasst und die Frucht seiner Arbeiten aus einer Broschüre und mehreren Karten bestehend, im Jahre 1873 veröffentlicht.\*)

Unabhängig von dieser Arbeit war kurz vorher eine ähnliche erschienen von Herrn GIORDANO in Florenz, der bereits 1865 mit anderen italienischen Geologen im Auftrage seiner Regierung die Alpenpässe besucht und 1871 auf die geologische Aufnahme des St. Gotthard Zeit und Fleiss verwandt hat.\*\*).

Noch mehr Licht in die Verhältnisse dieses Berges bringt und wird noch bringen der grosse Tunnel durch den Gotthard, der wichtigste Theil der Gotthardbahn, welche die Schweiz und Deutschland mit Italien zu verbinden bestimmt ist und

---

\*) K. v. FRITSCH, Das Gotthardgebiet. Mit einer geolog. Karte und 4 Profiltafeln. Bern 1873. 4<sup>o</sup>.

\*\*\*) F. GIORDANO, Esame geologico della Catena Alpina del San Gottardo, che deve essere attraversare della grande galleria della ferrovia italo-elvetica. (Comitato geologico d'Italia memorie vol. II. parte prima.)

deren Zustandekommen sich besonders auch die betreffenden Regierungen haben angelegen sein lassen.

Nachdem im Jahre 1871 nach langen Unterhandlungen die Ausführung dieser Bahn und des Tunnels durch internationalen Staatsvertrag gesichert und die Oberaufsicht über die Ausführung der Arbeiten der Schweiz übertragen worden war, wurde die geologische Commission der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft vom eidgenössischen Bundesrath eingeladen, allfällige Wünsche mitzuthemen, inwiefern 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 Bundesrathe, als auch bei der Gottharddirection die dankenswertheste Unterstützung. Die Anzahl der Sammlungen, zuerst auf 12 festgesetzt, wurde bald in Folge zunehmender Anmeldungen auf 60 ausgedehnt. Von diesen gingen im Jahre 1873 25 in die Schweiz, 23 nach Deutschland, 8 nach Italien. Zugleich zeigte sich aber auch das Bedürfniss, zur Auswahl der Stücke und Beurtheilung der geologischen Verhältnisse einen besonderen, hierzu befähigten Ingenieur anzustellen, und die Gottharddirection, im Einverständniss mit der geologischen Commission übertrug diese Aufgabe Herrn STAPF, der seinen Sitz in Airolo nahm. (B. STUDER, Die Gotthardbahn, Vortrag in der geolog. Section der Berner naturforschenden Gesellschaft am 3. December 1873.)

Eine dieser Sammlungen von Tunnelgesteinen nun, nämlich diejenige des Leipziger mineralogischen Museums, wurde mir durch die Güte des Herrn Prof. ZIRKEL zum Zweck einer Untersuchung zur Verfügung gestellt.

Von dem Tunnel, der 15 Kilometer lang, Göschenen im Norden mit Airolo im Süden verbinden wird und der nur in seinem nördlichen Theile der alten Gotthardstrasse parallel läuft, hat v. FRITSCH in seiner Arbeit ein Profil gegeben, das zu bestätigen, resp. zu berichtigen, das Werk der an Ort und Stelle vorgenommenen und vorzunehmenden Arbeiten ist. Hier muss das Hauptgewicht um so mehr auf die mikroskopischen Eigenthümlichkeiten der durchbrochenen Gesteine gelegt werden, als deren makroskopische Verhältnisse als mehr oder weniger bekannt vorausgesetzt werden können.

Bei der Auswahl der für die Sammlungen bestimmten Handstücke ist so zu Werke gegangen worden, dass dem Tunnel bei jeder Aenderung des Gesteins, sonst aber alle 100 Meter Proben entnommen worden sind. So besagt das

die Sammlungen begleitende Protocoll, das ausser der Angabe der an Ort und Stelle stattfindenden physikalischen und geologischen Verhältnisse auch eine makroskopische Beschreibung der einzelnen Gesteinsarten liefert. Leider ist dieses Protocoll nur in seinen Anfängen vorhanden. Die Proben, welche dem südlichen Theil des Tunnels entnommen sind, reichen bis jetzt 2792,8 Meter in das Innere hinein und sind von 1 bis 111 numerirt, die vom nördlichen Theil 2783 Meter und sind bis 56 numerirt. Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Gesteine selbst über und zwar zuerst zu derjenigen der interessanteren südlichen Gesteine.

### A. Die Gesteine des südlichen Theils.

Der Tunnel beginnt in dem auf der Karte von K. von FRITSCH mit Rauchwacke bezeichnetem Gestein. Ueber diese Dolomite, die sich vom Eingang des Tunnels 182 Meter in das Innere hinein erstrecken, ist hier nur wenig zu sagen. Sie sind von gelbweisser Farbe und etwa zuckerkörniger Structur. Unter dem Mikroskop betrachtet bestehen sie fast vollständig aus Dolomit- und Kalkspathkörnern, welche selten eine Zwillingsstreifung erkennen lassen. Sowohl dieser seltenen Streifung, als auch der undeutlichen Begrenzung der einzelnen Individuen wegen scheinen sie nicht geeignet zu sein zur Untersuchung in Bezug auf die noch immer unentschiedene Frage, ob der Dolomit aus Körnern besteht, von denen die einen Kalkspath, die anderen Dolomitspath sind, oder ob er aus gleichen, chemisch unter sich und mit der ganzen Gesteinsmasse identischen Individuen zusammengesetzt ist und ferner in Bezug darauf, ob die Zwillingsstreifung als charakteristisches Merkmal etwaiger Kalkspathkörner anzusehen ist.\*)

Zu den späthigen Individuen gesellen sich zuweilen Talkschüppchen; äusserst spärlich sind Quarzkörnchen. In kleine Spalten hinein hat sich häufig Eisenoxydhydrat eingedrängt, welches zarte Häutchen bildet, die, eingetrocknetem Lehm Boden ähnlich, von Spalten und Rissen durchzogen sind. Der Kalkspath enthält zuweilen Flüssigkeitseinschlüsse. — Es finden sich in diesen Dolomiten, wie auch in den anderen folgenden Gesteinen, winzige blaue Körnchen, welche man anfangs leicht für Smirgelkörnchen zu halten geneigt ist, die vom Schleifen des Präparats herrühren. Eine genaue Einstellung

\*) Vergl. ZIRKEL, mikrosk. Beschaffenh. d. Miner. u. Gest. pag. 295.

zeigt aber, dass sie im Innern der Gesteinssubstanz vorhanden sind. Ueber die noch immer völlig räthselhafte Natur dieser Körnchen, die man in den Gemengtheilen der verschiedensten krystallinischen Massen- und Schiefergesteine von allen Theilen der Welt findet, kann hier keine Vermuthung ausgesprochen werden und sollte nur ihr Dasein auch in diesen Gesteinen hiermit constatirt werden.

Auf der Karte von K. v. FRITSCH sind für den nun einwärts folgenden Theil des Tunnels zuerst Glimmerschiefer, dann Hornblende-führende Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer angegeben. Die Hornblende-führenden Glimmerschiefer kommen aber, so weit die bisher zur Vertheilung gelangten Gesteine reichen, nur wenig vor und sind auch unter dem Mikroskop von den Hornblendeschiefern ziemlich schwer auseinander zu halten, weil sich beide bis auf den verschiedenen Gehalt an Quarz und Feldspath, der ausserdem schwankend ist, zu gleichen scheinen. Da nun die Auseinanderhaltung bis jetzt von wenig Belang zu sein scheint, so sollen beide als Hornblende-führende Gesteine zusammen betrachtet werden.

Ausser den angegebenen Glimmerschiefern und Hornblende-führenden Gesteinen kommen aber im Tunnel noch Lagen von Quarzitschiefern und von Kalkglimmerschiefern vor. Von diesen soll das Wichtigste, die Glimmerschiefer, zuerst betrachtet, bei der Beschreibung der accessorischen Gemengtheile aber auch Bezug auf die übrigen Schiefer genommen werden.

## I. Die Glimmerschiefer.

Die Glimmerschiefer bestehen, was die wesentlichen Gemengtheile anbetrifft, aus Quarz, Magnesiaglimmer und Talk, resp. Kaliglimmer. Von grosser Bedeutung sind jedoch die accessorischen Gemengtheile. Dieselben sind Schwefelkies, Granat, Feldspath, Staurolith, Zirkon, Eisenglanz und Turmalin, von denen die letzten drei Mineralien makroskopisch in diesen Schiefern nicht bekannt sind, ausserdem noch Graphit, Eisenoxydhydrat, Apatit und Hornblende. Durch Vermehrung des Feldspathgehalts gehen die Glimmerschiefer an wenigen Stellen in Gneisse über. Von der Mikrostruktur, welche SORRY in Glimmerschiefern beobachtete und mit dem Namen ripple drift belegte, und die man in Deutschland in der Geologie discordante Parallelstruktur zu nennen pflegt, war bei diesen Gesteinen weder in den Glimmerschiefern und Gneissen, noch

in den übrigen Schiefen etwas zu bemerken. — Gehen wir nun zur Betrachtung der einzelnen Gemengtheile, zuerst der wesentlichen, über.

### Quarz.

Jene Structur der Quarze, welche in den sogenannten Dala-Quarziten Skandinaviens und der norddeutschen Ebene beobachtet worden ist\*), und welche darin besteht, dass die einzelnen ursprünglichen Quarzkörnchen, deren selbständige Umrandung unzweifelhaft hervortritt, durch Quarzmasse verkittet sind, welche sich optisch nach dem jedesmal umlagerten Körnchen richtet, diese Structur, die für eine metamorphische Entstehung aus einem an klastischen Quarzkörnern reichen Schwemmgebilde sprechen würde, ist bei den Glimmer- und übrigen Schiefen des St. Gotthard nicht zu bemerken. Die einzelnen Quarzkörner sind zuweilen mit Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen durchzogen, welche meistens mit den betreffenden Körnern aufhören. In einigen wenigen Fällen geht jedoch eine solche Reihe durch zwei Quarzkörner hindurch. Diese Erscheinung würde für die Erklärung der Entstehung dieser Schiefer und der krystallinischen Schiefer überhaupt eine grosse Wichtigkeit haben, wenn sie nicht so selten wäre, dass man sie für zufällig halten könnte, und es ist deshalb nicht viel Gewicht darauf zu legen.

Die Flüssigkeitseinschlüsse des Quarzes sind nicht immer in Reihen angeordnet, sondern auch in Gruppen. Bemerkenswerth an ihnen ist nun, dass sie zum grossen Theil Einschlüsse von liquider Kohlensäure sind. Die Thatsache des Vorkommens von Kohlensäureeinschlüssen in einigen Gesteinen auf der Nordseite des Gotthards ist schon constatirt worden; hervorzuheben aber ist, dass dieselben, man kann beinahe sagen, charakteristisch für die Quarze des südlichen Theils des St. Gotthard sind, wenigstens so weit die letzteren hier vorliegen. Fast in jedem Präparate, in welchem Quarze in einigermaassen beträchtlicher Menge vorkommen, zeigt die Untersuchung die Einschlüsse. Die Menge der Kohlensäure, welche als solche im St. Gotthard steckt, muss hiernach gar nicht unbedeutend sein. Manche Präparate, namentlich der Quarzgang in 59e, ungefähr 536 Meter vom Eingang, und der Quarzit 71b, ungefähr 1090 Meter vom Eingang, zeigen Einschlüsse von liquider Kohlensäure, welche an Schönheit denen in brasilianischen Topasen an die Seite zu setzen sind. Die

---

\*) A. TÖRNEBOHM, ein Beitrag zur Frage der Quarzitbildung. Geol. Förens. i Stockholm, Förh. B. III. K. 35.

Einschlüsse kommen sowohl als sogenannte Doppelteinschlüsse vor, d. h. mit jener Umhüllung von vielleicht glasiger Substanz, als auch ohne dieselbe. ZIRKEL sagt (Mikrosk. Beschaffenheit d. Min. u. Gest., „Gneiss“): „Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die äussere Partie dieser Einschlüsse, deren innere Conturen bei der Condensation der Libelle nicht die mindeste Veränderung erfährt, aus einem festen Körper gebildet wird und es ist höchst wahrscheinlich, dass sie der glasigen Substanz angehört. Sie erweist sich stets durchaus unregelmässig begrenzt und mit dieser Vermuthung würde es im Einklang stehen, dass sie mitunter entschieden blass grünlichgelbe Farbe besitzt.“

Die Einschlüsse von reiner liquider Kohlensäure haben ein ziemlich charakteristisches Aussehen. Die Libellen besitzen keine recht scharfe Begrenzung, fahren oft mit einer ganz eigenthümlichen Rastlosigkeit in dem Einschluss hin und her und verschwinden sofort bei sehr geringer Erwärmung, z. B. wenn man eine brennende Cigarre einige Augenblicke unter das Präparat bringt. Für nicht wenige Bläschen wurde ein Verschwinden bei einer Temperatur von höchstens  $29^{\circ}$  C. constatirt, während doch die Condensation sonst gewöhnlich erst bei  $32^{\circ}$  C. erfolgt. Die Kohlensäureeinschlüsse haben gewöhnlich nur eine Grösse von ungefähr 0,003 Mm. Durchmesser, abgesehen von der umhüllenden Substanz; einer der grössten war 0,015 Mm. lang und 0,009 Mm. breit. Die Grösse der Libelle ist durchaus nicht abhängig von der Grösse des Einschlusses, es kommen grosse Einschlüsse mit nur minimalen Bläschen vor, und wiederum solche, in denen die Libelle einen grossen Theil des ganzen Raumes ausfüllt.

Von diesen Einschlüssen mit sehr beweglichen Bläschen, welche schon bei verhältnissmässig niedrigen Temperaturen verschwinden, finden sich Uebergänge durch solche, deren gewöhnlich weniger bewegliche Bläschen erst bei etwas höheren Temperaturen in Wegfall kommen, bis zu solchen, bei denen die häufig immobilen Libellen bei den angewandten Erwärmungen gar nicht verschwinden.

Es werden demnach wohl die Poren mit Mischungen von reiner Kohlensäure und Wasser, resp. Salzlösungen in den verschiedensten Verhältnissen gefüllt sein.

Die Flüssigkeitseinschlüsse haben häufig, besonders wenn sie in Reihen angeordnet sind, die deutlichste Quarzform  $\infty P, P$ . In den Reihen sind sie dann fast immer parallel gerichtet, und zwar so, dass die Säulen senkrecht zur Reihe stehen.

### Magnesiaglimmer.

Der Magnesiaglimmer der Glimmer- und übrigen Schiefer ist ausgezeichnet durch den fast immer vorhandenen Gehalt an jenen Nadelchen und Büschelchen, wie sie E. KALKOWSKY folgendermaassen beschreibt\*): „Es sind meistens einige, 3 bis 10 und mehr Individuen aggregirt, die von einem Punkte wie ein Büschel Borsten auseinander strahlen und in feine Spitzen auslaufen. Derartige Büschel liegen oft in grosser Menge in einem Glimmerblatt und kreuzen sich unter den verschiedensten Winkeln, nicht etwa unter Winkeln von  $60^{\circ}$ , wie primäre Mikrolithen in Magnesiaglimmer es wohl beständig thun, z. B. nach ZIRKEL im Kersanton. (F. ZIRKEL: die Zusammensetzung des Kersantons, Bericht der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Sitzung am 21. Juli 1875, pag. 202.) Sie besitzen ein starkes Lichtbrechungsvermögen und eine deutlich wahrnehmbare bräunlichgelbe Farbe.“ Dieser Beschreibung ist nur hinzuzufügen, dass diese Mikrolithen der Gotthardgesteine bei ihrer Anordnung jedenfalls eine Vorliebe für den Winkel von  $60^{\circ}$  zeigen.

Das Vorstehende verdiente angeführt zu werden, bevor auf den Magnesiaglimmer selbst eingegangen wird. Derselbe kommt nämlich in drei Modificationen vor. In den meisten Gesteinen ist er in folgenden beiden Abarten zu erblicken. Die eine ist braun bis braungrün und wird beim Prüfen auf Dichroismus vollständig dunkel. Die andere ist dunkelgrün bis hellgrün und wird beim Drehen des Nicols ebenfalls ganz dunkel. Die letztere, die grüne Modification, besitzt nun die Nadelchen und Büschelchen in viel grösserem Maassstabe, als die braune. E. KALKOWSKY fasst (in der citirten Schrift) die hellere, die grüne Art, als eine Umwandlung der braunen auf, durch Verwitterung aus ihr entstanden, und die Nadelchen als Zersetzungsproducte, welche natürlich im metamorphosirten Magnesiaglimmer reichlicher vorhanden sein müssen, als in dem weniger veränderten. Hierbei giebt er jedoch zu, dass gewisse Vorkommnisse dieser Mikrolithen primär sind, z. B. im Kersanton. ZIRKEL dagegen hält alle diese Mikrolithen, die dem Glimmer eigenthümlich angehören, für primär. Welche Ansicht die richtige ist, war schwer zu entscheiden. Da es nicht gerade sehr für eine secundäre, etwa durch Ausscheidung aus Wasser erfolgte Entstehung dieser Mikrolithen sprechen würde, wenn sie sich als in Salzsäure unlöslich erwiesen, so wurde folgender Versuch angestellt. Ein Dünnschliff, der besonders reich an Nadelchen war, der Glimmer-

\*) E. KALKOWSKY, Glimmerschiefergebiet von Zschopau im sächs. Erzgeb., Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876.

schiefer (No. 79b), 1528,7 M. vom Südportal, wurde aus dem Präparat losgelöst, gereinigt, einige Stunden mit Salzsäure gekocht und einige Tage in Säure liegen gelassen und dann wieder präparirt. Es zeigte sich, dass fast alle, und vielleicht alle Nadelchen noch vorhanden waren; doch muss man bedenken, dass dieselben zum grossen Theil durch Quarz u. s. w. geschützt, kaum von der Säure zu erreichen gewesen sind, und ob sich nicht doch ein Theil der Nadelchen gelöst hatte, war nicht zu entscheiden. Es zeigt dies, wie schlecht es zuweilen mit sehr einfach scheinenden mikroskopisch-chemischen Versuchen bestellt ist. Die nach KALKOWSKY secundäre Natur dieser Mikrolithen wird wohl aber völlig ausgeschlossen durch den Umstand, dass nach langem Suchen endlich auch Nadelchen zu finden waren, welche aus einem Stück Magnesiaglimmer heraus mitten in den benachbarten Quarz hinein ragen. Die Erklärung, dass hierbei irgend eine Täuschung stattfindet und dass die Nadelchen nicht wirklich allseitig von Quarz umgeben sind, kann schon deshalb nicht gelten, weil neben einem solchen Nadelchen und genau in derselben Höhe liegend sich ein Einschluss von flüssiger Kohlensäure befindet.

Die dritte Modification des Magnesiaglimmers ist merkwürdigerweise in diesen krystallinischen Schiefen genau so beschaffen, wie sie ZIRKEL in einem Leucitgestein von den Leucit Hills, Wyoming Terr. in den Vereinigten Staaten Nordamerika's gefunden hat. Sie ist von blass braungelber Farbe und wird, wenn man sie auf Dichroismus prüft, beim Drehen des Nicols nicht völlig dunkel, sondern die Farben wechseln von einem dunklen Braungelb bis zu einem fast farblosen. Dieser Glimmer mit der auffallend schwachen Absorption enthält ebenfalls die Nadelchen der beiden anderen Modificationen, etwa mit derselben Häufigkeit, wie der braune dunklere Glimmer. Besagte Biotitart findet sich z. B. in den Gesteinen 1190,1, 1812,6, 1808,3, 1843, 1871, 2050, 2260,6, 2445,6 und 2742,6 Meter vom Eingang (No. 75 a, 88, 89, 91, 92, 96 b, 99, 102 b, 110). Die Schiefer, welche sie enthalten, wechsellagern ohne regelmässige Anordnung mit denjenigen, welche gewöhnlichen Glimmer enthalten. Es scheinen jedoch auch Zwischenglieder vorzukommen. So ist z. B. im Glimmerschiefer 454 Meter vom Eingang (59 a) ein gelbbrauner, äusserlich zur dritten Modification gehöriger Glimmer zu sehen, welcher beim Drehen des Nicols so dunkel wird, wie der gewöhnliche Biotit.

Wenn der Magnesiaglimmer quer zur Spaltbarkeit durchschnitten ist, so zeigen sich zuweilen in ihm ziemlich breite, impellucide Leisten, über deren Natur nichts weiter ermittelt werden konnte.

### Talk.

Ob dasjenige, was hier als Talk bezeichnet ist, der dritte wesentliche Gemengtheil der Glimmerschiefer, Gneisse u. s. w., auch wirklich immer Talk ist und nicht zuweilen auch Kaliglimmer und dergleichen, mag dahingestellt sein. Bei der äusserst schweren Durchführbarkeit einer jedesmaligen Untersuchung zwischen Talk und Kaliglimmer und bei der geringen Wichtigkeit derselben, ist hier darauf keine Rücksicht genommen. Es lässt sich auch von diesem farblosen, in Schüppchen vorkommenden Mineral ohne jede Einschlüsse hier nichts Bemerkenswerthes berichten.

Gehen wir nun zu den accessorischen Gemengtheilen über.

### Eisenglanz.

Er kommt nur selten in sechsseitigen rothen Schüppchen vor, fast immer sind es unregelmässige dunkle Körner, an denen nicht häufig rhomboëdrische Krystallflächen zu erkennen sind. Man könnte all' diese opaken Körner für Magneteisen halten, doch unterscheiden sie sich von demselben schon durch ihren eigenthümlichen bläulichen Glanz, wie er bei jenem nie zu sehen ist, und der besonders hervortritt, wenn eine Krystallfläche, und nicht ein durchgeschliffenes Körnchen das Licht reflectirt. Das Mineral ist dem Eisenglanz im rothen Gneiss (KALKOWSKY, Glimmerschiefergebiet von Zschopau) vollkommen ähnlich. — Man könnte beinahe geneigt sein, es als wesentlichen Gemengtheil aller dieser Schiefer aufzufassen. So fehlte es in 30 Vorkommnissen von Glimmerschiefern nur 8 Mal, in 14 von Hornblendeschiefern gar nicht. Es scheint in diesen Gesteinen dieselbe Rolle zu spielen, wie etwa das Magneteisen in den Eruptivgesteinen.

### Eisenkies.

Der Eisenkies kommt in 30 Handstücken von Glimmerschiefern 14 Mal, in 14 von Hornblendeschiefern 7 Mal vor. Auch in den Kalkglimmerschiefern und Quarziten findet er sich. Vom Eisenglanz unterscheidet ihn seine Farbe und sein Glanz, doch muss bemerkt werden, das einiges von dem, was hier als Schwefelkies bezeichnet ist, dem Glanze nach auch Kupferkies u. s. w. sein kann. Manchmal lassen grosse, mit schönen, wohl meist dem Würfel angehörigen Krystallflächen ausgestattete Schwefelkiese auf diesen intacten Flächen Streifung erkennen.

### Staurolith.

KENNGOTT sagt in seinen „Mineralen der Schweiz“ bei Besprechung der Vorkommnisse des Stauroliths, dass er auch „an einigen anderen Punkten in Tessin an der Südseite des St. Gotthard“ auftrete. Obgleich nun die Südseite des St. Gotthard ein etwas ausgedehnter Begriff ist und jede nähere Bezeichnung fehlt, so scheint doch demnach der Staurolith schon makroskopisch in diesen Schiefen bekannt zu sein. Jedenfalls ergibt es sich aber durch diese Untersuchungen, dass er ein ziemlich wichtiger mikroskopischer Bestandtheil derselben ist. Er tritt in Körnern und Säulen von goldgelber bis ganz blassgelber Farbe auf, bei welchen stets die Auslöschungsrichtung mit einer krystallographischen Axe zusammenfällt. Die Säulen erreichen die nicht unbeträchtliche Breite von 0,8 Mm. und dem entsprechende Länge und sind häufig ganz durchwachsen, nach Analogie aller anderen Vorkommnisse zu schliessen, von Quarz. Dichroismus ist bei den intensiver gefärbten zu beobachten, auch ist eine Spaltbarkeit nach OP nicht selten erkennbar. Der Staurolith findet sich in 30 Glimmerschiefer-Handstücken 19 Mal, in 14 Hornblendeschiefern 9 Mal.

### Zirkon.

Zum ersten Male vom Zirkon als mikroskopischem Gesteinsgemengtheil ist die Rede in einem Briefe ZIRKEL's im Neuen Jahrbuch für Mineralogie 1875, pag. 628. Nach demselben findet sich der Zirkon mikroskopisch in den lichten sächsischen Granuliten, in den Eklogiten des Fichtelgebirges und in den archaischen krystallinischen Schiefen, Gneissen und Glimmerschiefern der beiden nordamerikanischen Territorien Nevada und Utah. Dann fand ihn TÖRNEBOHM in Felsitporphyren, Eurit und Hälleflinta von mehreren Localitäten, namentlich aber in Graniten und vorzüglich in solchen aus Schweden. \*)

In unerwartet grossem Maasse kommt nun auch der Zirkon in diesen südlichen Schiefen des St. Gotthard vor. Z. B. in den Glimmerschiefern 1118,8, 1808,3, 1843 Meter, in den Hornblende-führenden Schiefen 94, 393,4, 1426, 1303,6, 1871, 2660, 2482,7, 2711 Meter, in den Kalkglimmerschiefern 1816,5, 2792,8 Meter vom Eingang (entsprechend den Nummern 73, 89, 91; 26, 55, 76b, 77, 92,

---

\*) Vergl. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1877. Heft I. pag. 97.

99, 104, 108; 87, 111) finden sich unzweifelhafte grössere Zirkone, welche bis zu 0,4 Mm. lang und 0,05 Mm. breit werden und welche z. B. dem typischen Zirkon im Eklogit des Fichtelgebirges, dessen makroskopisches Vorkommen schon lange durch SANDBERGER bekannt ist, völlig gleichen. Zur Bestätigung wurde aber noch folgender Versuch ausgeführt. Durch Vorversuch wurde festgestellt, dass der Zirkon jedenfalls nicht bedeutend von Flusssäure angegriffen wird. Dann wurden ungefähr 7 Gramm von demjenigen Handstück, welches wohl am reichsten an Zirkon ist, von dem Hornblende-schiefer 2260,6 Meter vom Eingang (No. 99), durch mehrtägiges Erwärmen im Wasserbade mit Flusssäure, welche andere Gemengtheile zersetzt, an Zirkon angereichert und schliesslich durch Schmelzen im Gebläse mit kohlen-saurem Kali-Natron aufgeschlossen. Dadurch entsteht nach WÖHLER, nach dessen Angabe dieser Versuch ausgeführt ist, ausser dem kiesel-sauren Natron ein Natronzirkonerde-Silicat, das in Wasser unlöslich ist. Es wurde also durch Digeriren mit Wasser das kiesel-saure Natron weggeschafft, das Doppelsilicat mit Salzsäure zersetzt, zur Trockne verdampft, um die Kieselsäure zu entfernen, und in Salzsäure-haltigem Wasser gelöst. Um das entstandene Chlorzirkon von Eisen zu befreien, wurde neutralisirt und mit unterschweflig-saurem Natron erhitzt. Dadurch fiel völlig eisenfreie Zirkonerde. Die Lösung derselben ertheilte, als am meisten charakteristische und nur dem Zirkon zukommende Reaction, nachdem sie mit Salzsäure angesäuert war, dem Curcumapapier eine braune Färbung. Durch Betupfen mit Kalilauge verwandelte sich dies Braun nicht in ein Dunkelblau, wie es bei der durch Borsäure hervorgerufenen Färbung der Fall ist. — Dieser bestätigende Versuch wurde angestellt, weil sich in unseren Schiefen gar nicht selten Zwillinge dieses Minerals vorfinden, deren Identität mit Zirkon zu constatiren von besonderem Interesse war.

Zwillinge von Zirkon sind nämlich bekanntlich bis jetzt nirgends beobachtet worden, trotzdem der sonstige Isomorphismus mit Zinnstein und Rutil das Vorkommen derselben überaus wahrscheinlich machte. Die Zwillinge befolgen, soviel ersichtlich ist, und wie man auch erwarten kann, dasselbe Gesetz wie diejenigen des Zinnsteins und Rutils, Zwillingsebene ist  $P\infty$ . Ihr Aussehen ist folgendes:



Da der Mittelkantenwinkel von P beim Zirkon  $84^{\circ} 20'$  beträgt, so berechnet sich bei den Zwillingen nach  $P\infty$  der Winkel, den die Hauptaxen der beiden verwachsenen Säulen miteinander bilden, auf  $114^{\circ} 43' 40''$ . Diesen Winkel könnte man bei der Messung nur dann finden, wenn der betreffende Zwilling ganz genau in der Horizontalebene liegen würde. Die Zwillinge nehmen nun aber alle möglichen Neigungen gegen die Ebene des Mikroskopirtischchens ein und man erblickt deshalb auch grössere und kleinere Winkel. Dieselben wurden bei einigen ziemlich horizontal liegenden, verzwillingten Individuen gemessen und dabei folgende Werthe erhalten:

$110^{\circ}$   
 $112\frac{1}{2}^{\circ}$   
 $115^{\circ}$   
 $115^{\circ}$   
 $117\frac{2}{3}^{\circ}$   
 $121^{\circ}$

Die Krystallform der Zirkone ist  $\infty P.P$ . Mitunter glaubt man eine Zuspitzung durch eine ditragonale Pyramide,  $mPn$ , zu erblicken. Im Allgemeinen sind sie vollkommen durchsichtig, „von ideal reiner Substanz“, wie ROSENBUSCH von den Zirkonen sagt, von schöner, etwa nelkenbrauner Farbe und mit ganz scharfer Umrandung. Es kommen jedoch, wenn auch seltener, Säulen vor, die, was Krystallform, Zwillingbildung und scharfe Umrandung anbetrifft, sich in Nichts von den anderen unterscheiden, dagegen fast farblos sind, oder eine andere, trübere, vielleicht aschgrau zu nennende Farbe besitzen. Makroskopische Zirkone von ähnlichem Aussehen sind z. B. von Bumcamp-County in Nordcarolina in Nordamerika bekannt. Farblose mikroskopische Zirkone erwähnt auch TÖRNEBOHM. Säulen dieser Art kommen z. B. in dem Gesteine 1802,6 M. vom Eingang (No. 85) vor.

Eine andere Merkwürdigkeit, welche der Zirkon darbietet, ist die, dass er in ungemein winzigen Individuen fast in keinem Handstücke fehlt. So findet er sich in 30 Glimmerschiefern 24 Mal, in 14 Hornblendeschiefern fehlt er gar nicht, in 9 Kalkglimmerschiefern fehlt er nur ein Mal und selbst in den Quarziten kommt er vor. Diese winzigen Zirkone sind oft in Gruppen angesammelt. Werden die kleinsten Säulen von der Schliffebene durchschnitten, so erscheinen sie als dunkle Punkte. Die kleinen Kryställchen haben genau dasselbe Aussehen, wie die grösseren Krystalle; sogar die Zwillinge finden sich in ganz winzigen Exemplaren vor und ein Theil dieser Mikrolithen besitzt ferner auch die vorhin erwähnte aschgraue Farbe, oder ist farblos. — Zu bemerken

ist noch, dass, wie es scheint, die Zirkone gern mit Schwefelkies und Eisenglanz vergesellschaftet und mit denselben verwachsen vorkommen.

Dass man die Zwillinge des Zirkons bald mehrfach finden wird, ist zu erwarten. So hat bereits inzwischen Herr HUSSAK in Leipzig Zirkonzwillinge im Eklogit von Bacher in Steiermark gefunden, von denen einige, wie ich mich zu überzeugen Gelegenheit hatte, an Deutlichkeit und Schönheit denen der Gotthard-Hornblendeschiefer mindestens gleich sind.

### Turmalin.

Der Turmalin, der ebenfalls bisher in diesen Schichten nicht bekannt ist, kommt in zweierlei Modificationen vor, welche meist in demselben Gestein zusammen zu erblicken sind. In der einen Form erscheint er in dunkelviolettblauen, meist wohlbegrenzten Säulenlängsschnitten, welche stark dichroitisch sind und nicht selten in der Mitte einen Haufen von opaken Körnern besitzen. Hemimorphismus ist wohl häufiger vorhanden, als er zu erkennen ist, da die Enden nicht immer gleichmässig gut ausgebildet sind; doch kann man auch zuweilen an einem Ende ein Rhomboëder, an dem anderen die Basis erblicken. Von einer Divergenz der Hauptaxe mit der Auslöschungsrichtung war nichts zu bemerken. Zuweilen ist ein kleiner Krystall von einem grösseren eingeschlossen, ohne parallele Axenstellung jedoch und ohne Farbenunterschied der beiden Individuen. An der Identität dieses Minerals mit Turmalin, wie ihn ZIRKEL in dem vorhin angeführten Briefe\*) erwähnt, wie ihn F. A. ANGER\*\*) gefunden hat und wie ihn ROSENBUSCH in den „Steiger Schiefen“ beschreibt, ist kein Zweifel.

Sehr wahrscheinlich als eine zweite Modification des Turmalins anzusehen sind nun Säulen, welche einen grünen Kern und einen ziemlich farblosen Rand besitzen, und zwar kommen alle Uebergänge vor von grünen Säulen mit fast verschwindendem Rand bis zu farblosen Säulen mit schwach grüner Leiste in der Mitte. Der grüne Kern ist, wenn auch nicht stark, so doch deutlich dichroitisch. Die Enden der Säulen sind oft und die Seiten zuweilen schlecht ausgebildet, so dass ein Hemimorphismus nicht zu beobachten ist. Dass diese Säulen dem Turmalin angehören, wird besonders dadurch wahrscheinlich gemacht, dass man ja makroskopisch häufig

\*) N. Jahrb. für Miner. 1875. pag. 628.

\*\*) Studien über klastische Gesteine von F. A. ANGER; TSCHERMAK'S mineralogische Mittheilungen 1875. Heft III.

Turmaline mit dunklem Kern und hellerem Rand findet, z. B. zu Chesterfield in Massachusetts. Auch kommen einige Krystalle vor, welche eine Mittelstellung zwischen beiden Modificationen einzunehmen scheinen.

Die Turmaline beiderlei Art sind in den Glimmerschiefern sehr gewöhnlich, in den Hornblendegesteinen wurden sie nicht beobachtet.

### Feldspath.

Der Feldspath, der fast nur Orthoklas ist, ist hier wegen seiner Farblosigkeit und Klarheit häufig schwer vom Quarz zu unterscheiden. Er kommt in krystallinischen Körnern vor, die im polarisirten Licht zuweilen als Zwillinge zu erkennen sind. Er lässt sich vom Quarz am besten durch die geringere Intensität der chromatischen Polarisation unterscheiden. Auch giebt das ein Merkmal für ihn ab, dass gewöhnlich ein klein wenig Plagioklas mit ihm vergesellschaftet ist. Er wird in mehreren Schiefen so häufig, dass man dieselben als Gneisse zu bezeichnen hätte; doch unterscheiden sie sich, wie es scheint, ausser durch den grösseren Feldspathgehalt nicht von den Glimmerschiefern und da diese auch accessorisch Feldspath führen, so ist es wohl nicht von Bedeutung, hier eine Grenze zwischen beiden zu ziehen. — Zuweilen ist zersetzter Feldspath vorhanden; so erkennt man in einigen Fällen schmutzige Massen, an denen noch undeutliche Zwillingstreifung zu sehen ist. Kohlensäure-Einschlüsse wurden nur einmal im Feldspath beobachtet.

### Granat.

Die Granaten kommen fast gar nicht in eigentlicher mikroskopischer Kleinheit vor, meistens sind es grosse Individuen bis zu Haselnussgrösse und selbst noch grösser. Krystallform ist, wie in krystallinischen Schiefen überhaupt immer, das Rhombendodekaëder. Sie sind stets von rother Farbe und, wie alle ähnlich vorkommenden beobachteten Granaten nicht homogen. Dass ein grosser Theil der Einlagerungen Quarz ist, ist wahrscheinlich, weist doch die Polarisation und der einmal an einem solchen Einschluss beobachtete Gehalt an flüssiger Kohlensäure darauf hin. Manchmal erzeugen die nicht vom Granat eingenommenen Stellen den Eindruck von Hohlräumen, doch muss es dahin gestellt sein, ob es wirklich Cavitäten sind. — Die Granaten scheinen in den Glimmerschiefern häufiger zu sein, als in den Hornblendeschiefern.

## Graphit.

Z. B. die Gesteine 1190,7 und 1808,3 Meter vom Eingang (No. 75 a, 89) finden sich angefüllt von flockenweis vertheilten, undurchsichtigen, winzigen Körnern mit zackigen Conturen und ohne Glanz. Dieses Mineral gleicht dem Graphit, wie er in den als Graphitschiefer geltenden Gesteinen von Glaserndorf in Böhmen und der hohen Kulge in Schlesien vorkommt, vollständig und ist wohl mit ziemlicher Sicherheit als Graphit zu bezeichnen.

## Apatit.

Wenn Apatit in diesen Schiefen vorkommt, so hat er jedenfalls nur sehr selten die Form der Apatite, wie man sie in den Eruptivgesteinen kennen gelernt hat. Gewisse farblose, scharf umrandete, unregelmässige Körner wird man aber als solchen in Anspruch nehmen dürfen, da ja der Apatit in dieser Form in krystallinischen Schiefen nicht selten ist und da folgender Versuch das Vorhandensein von Phosphorsäure in dem Gestein sicher bewies. Von dem Amphibolglimmerschiefer 481 M. vom Eingang (No. 60), welcher reich an diesen Körnern war, wurde eine Probe mit Salzsäure gekocht, filtrirt, etwaige Phosphorsäure an Erdalkalien gebunden durch Ammoniak gefällt und der Niederschlag in Salpetersäure gelöst. Diese Lösung gab mit molybdänsaurem Ammon den gelben Niederschlag, welcher, in Ammonik gelöst, mit Magnesiumsulfat den charakteristischen weissen Niederschlag lieferte.

Der Apatit enthält auch zuweilen Flüssigkeitseinschlüsse. Er ist übrigens in diesen Gesteinen nicht so häufig, wie man wohl glauben könnte. Es sind nur wenige Präparate, in denen der so charakterisirte Apatit mit Sicherheit zu erkennen ist.

Der Vollständigkeit wegen sei noch erwähnt, dass in den Glimmerschiefen, jedenfalls als Zersetzungsproduct, Eisenoxydhydrat auftritt, und dass in dem grauen Glimmerschiefer 190 M. vom Eingang (No. 41) ein Mineral beobachtet wurde, das vielleicht Disthen ist.

## II. Die Hornblende-führenden Schiefer.

Sie bestehen im Allgemeinen aus Hornblende, Magnesiumglimmer, Feldspath und Quarz. Beim eigentlichen Hornblendschiefer tritt der Quarz zurück und beim Hornblendeglimmer-

schiefer der Feldspath. Eisenglanz und Zirkone, entweder grössere oder ganz winzige, fehlen in keinem Hornblendeschiefer. Accessorisch sind ausserdem Talk und die übrigen beim Glimmerschiefer erwähnten Mineralien. Unter diesen sind die Zirkone, was die Krystallform, Häufigkeit und Grösse anbetrifft, ausgezeichnete als diejenigen in den Glimmerschiefern. Als in diesen letzteren nicht beobachtetes accessorisches Mineral tritt in den Hornblendeschiefern zuweilen noch Kalkspath auf, dessen beim Kalkglimmerschiefer Erwähnung geschehen soll. Was nun die

### Hornblende

betrifft, so kommt dieselbe hauptsächlich in grossen, dunkelgrünen Säulen vor, welche zuweilen büschelförmig angeordnet sind. Quer durchschnitten zeigen sie ausgezeichnete Hornblendespaltbarkeit; der Länge nach durchschnitten erscheinen sie demgemäss sehr fasrig und könnten so vielleicht mit stark parallel-lamellirten Biotit-Durchschnitten verwechselt werden, von denen die Hornblende jedoch sehr genau durch den ganz verschiedenen Dichroismus zu unterscheiden ist. In dem die Gesteinssammlungen des Tunnels begleitenden Protocoll ist bei der makroskopischen Beschreibung der Handstücke, soweit dieselbe bis jetzt vorhanden ist, öfters die Rede von Pseudomorphosen des Magnesiaglimmers nach Hornblende und von in Glimmer umgewandelten Hornblendestrahlen. Wenn auch solche Pseudomorphosen bekannt sind und die Betrachtung der Handstücke leicht einer solchen Auffassung Vorschub leisten könnte, so belehrt doch das Mikroskop eines anderen. Alle Erscheinungen, welche da, wo ein Mineral sich in ein anderes umwandelt, offenkundig werden, fehlen; dagegen widerspricht die stets haarscharfe Aneinandergrenzung des Glimmers und der Hornblende einer solchen Umwandlung. — Bemerkenswerth ist noch, dass die Hornblendestrahlen fast stets (von Quarz oder Feldspath?) durchwachsen sind.

### III. Der Kalkglimmerschiefer.

Die wesentlichen Gemengtheile der Kalkglimmerschiefer sind Kalkspath, Quarz und Magnesiaglimmer. Accessorisch Hornblende, Eisenglanz, Schwefelkies, Staurolith, Granat, Zirkon und Feldspath. Einer besonderen Erwähnung werth ist das Gestein 2743 M. vom Eingang (No. 110). Es besteht etwa zu gleichen Theilen aus grossen Krystallen von Kalkspath mit gut ausgeprägter Spaltbarkeit und Zwillingsstreifung,

aus grossen Säulen von Staurolith und klaren Körnern von Quarz. Dazu tritt verhältnissmässig sehr viel Zirkon von schöner Farbe und mit nicht seltener Zwillingsbildung, glänzender Schwefelkies und Magnesiaglimmer von jener hellgelbbraunen Modification.

### Kalkspath.

Der Kalkspath in den Kalkglimmerschiefern und als accessorischer Gemengtheil der Hornblendeschiefer kommt auch wohl in jenen unscheinbareren Körnern vor, wie in den Dolomiten, häufig aber in grösseren Individuen, an denen man die Spaltbarkeit zugleich mit der Zwillingsstreifung nach  $\frac{1}{2}$  R gut beobachten kann.

Die Kalkspathe sind nun zuweilen mit Einschlüssen erfüllt, die bei schwacher Vergrösserung meist nur als Staub erscheinen, sich bei starker Vergrösserung aber als Flüssigkeitseinschlüsse erweisen. Ist dies schon bemerkenswerth, so ist es noch viel auffälliger, dass einige derselben Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure sind, wie sie auch in den Quarzen dieser Gesteine vorkommen. Da diese Einschlüsse meist sehr winzig und viel weniger deutlich im Kalkspath, als im Quarz zu erkennen sind, so können dieselben einer nicht ganz genauen und nicht mit stärkster Vergrösserung operirenden Untersuchung leicht entgehen. Lässt man es aber nicht an Zeit und Mühe fehlen, so findet man, wenn auch selten, in unzweifelhaftem Kalkspath Einschlüsse mit schnellbeweglicher Libelle, die bei gelinder Erwärmung verschwindet und nach einiger Zeit wieder auftritt. — Bisher sind Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure noch nicht im Kalkspath beobachtet worden und es sind dieselben, wie man vielleicht hat glauben können, auch gar nicht in diesem Mineral zu vermuthen gewesen.

### IV. Die Quarzite.

Ueber die ungefähr zuckerkörnigen, fast schneeweissen Quarzitschiefer, welche einzelne Lagen zwischen den anderen Schiefen bilden, ist hier nur wenig zu sagen. Es ist klar, dass wegen der Anwesenheit des vielen Quarzes Kohlensäure-Einschlüsse in ihnen im Allgemeinen häufig sind. Accessorisch enthalten sie Talk, Magnesiaglimmer, Eisenglanz, Schwefelkies, Kalkspath, Zirkon.

## B. Die Gesteine des nördlichen Theils.

### Der Granitgneiss.

Der Granitgneiss (Gneissgranit STUDER's, zur Finsteraarhorngruppe gehörig) erstreckt sich vom Eingang des Tunnels bis etwa 2000 Meter in das Innere hinein, wie es auch nach der Karte von K. v. FRITSCH zu erwarten ist. Er besitzt das Aussehen des gewöhnlichen Alpengranitgneisses mit weissem Orthoklas, wenig mattgrün gefärbtem Feldspath, klarem Quarz in den Zwischenräumen der Feldspathkörner und schwarzgrünem Glimmer. Von den Schiefen des südlichen Theils ist er vollständig verschieden. Im Gegensatz zu diesen wurden in ihm keine Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure beobachtet. Man findet zwar sehr viel Flüssigkeitseinschlüsse sowohl in den Quarzen, wie in den Feldspäthen; aber die Libellen sind entweder stillstehend, oder sich nur träge bewegend, oder wenn sie selbst, besonders in sehr kleinen Einschlüssen, ziemlich stark beweglich sind, so besitzen sie doch nicht jenes charakteristische Aussehen der Bläschen in reiner Kohlensäure und verschwinden auch nicht beim Erwärmen. Für einige bewegliche Libellen wurde constatirt, dass sie bei einer Erhitzung, bei welcher der Canada-Balsam des Präparats in's Kochen gerieth, nicht zur Absorption kamen. Es sind vielleicht Einschlüsse von kohlensäurehaltigem Wasser resp. Salzlösung; aber in 27 Handstücken von Granitgneiss und den damit zusammenhängenden Gneissen und Glimmerschiefen wurde auch nicht ein einziger Einschluss von reiner liquider Kohlensäure gefunden. Es ist dies um so sonderbarer, als gerade vom nördlichen Theil des St. Gotthard solche bekannt und zwar ziemlich früh bekannt worden sind. So sagt VOGELANG \*): „Zur Beobachtung der flüssigen Kohlensäure im Granitquarze kenne ich kein interessanteres Gestein als den Granitgneiss des St. Gotthard“, und ZIRKEL \*\*): „Ausgezeichnete Gebilde dieser Art liegen z. B. im Quarz des Granitgneisses aus den Schöllenen oberhalb Göschenen auf der Nordseite des St. Gotthard; ein solcher Einschluss war 0,015 Mm. lang, 0,006 Mm. breit; das in der liquiden Kohlensäure sehr lebhaft, mobile Bläschen mass 0,0015 Mm.

---

\*) Nachtrag zu der Abhandlung „Ueber Flüssigkeitseinschlüsse in Gesteinen“, Pogg. Ann. Bd. CXXXVII. pag. 265.

\*\*\*) Mikroskopische Beschaffenheit der Gesteine und Mineralien, „Gneiss“.

im Durchmesser.“ Doch werden wir sehen, dass in den auf die Gneisse folgenden Marmorarten wieder Kohlensäureeinschlüsse zu finden sind.

Ausser etwas Schwefelkies, oder ähnlichen Kiesen, einigen Granaten und etwas Apatit ist der Granitgneiss frei von accessorischen Mineralien, mit Ausnahme von einem, das dafür allerdings in fast jedem Handstück und oft in grosser Menge vorkommt. Es ist nach KALKOWSKY\*) der Salit. Er beschreibt denselben in seiner Schrift folgendermaassen: „Die winzigen Individuen von Salit, welche in ungeheurer Menge in den Feldspäthen liegen, haben oft als Endigung die halbe Pyramide. Wo dieselben etwas seltener liegen, da kann man sie wohl einzeln in's Auge fassen und ihre Form bestimmen; es sind lange dünne Säulen mit Pyramidenendigungen in allmählichem Uebergange bis zu kurzen, dicken, die oft in Folge ungleichwerthiger Ausbildung der Pyramidenflächen Sechsecke mit abwechselnd kurzen Seiten darstellen. Die Linien, welche die Durchschnitte durch die Flächen der Säulenzonen darstellen, sind oft nicht gerade ausgebildet, sondern ausgebuchtet und ausgezackt. Im Querschnitt zeigen diese Mikrolithen meist rundliche Figuren, oder solche, bei denen zwei gerade Linien einen ungefähr rechten Winkel bilden, während die übrige Begrenzung von einer Curve gebildet wird. Sehr viele Mikrolithen haben allerdings anscheinend ganz unregelmässige Conturen. Zwillinge wurden nicht beobachtet. Vortrefflich lässt sich an den Mikrolithen, aber ebenso an den grösseren Säulchen und Körnern eine Spaltbarkeit erkennen, welche die Längsaxe der Kryställchen bald gerade, bald geneigt durchquert. Neben der Spaltbarkeit nach der Basis ist für den Salit noch die nach dem Orthopinakoid charakteristisch. Der Saht ist im Schliff, oft ganz farblos, meistens ganz schwach grünlich gefärbt; andere und intensivere Farben wurden nicht beobachtet. Wie es für die Abarten des Pyroxens erforderlich ist, besitzen die Salite ein starkes Lichtbrechungsvermögen. Im Zusammenhange mit diesem zeigen sie in polarisirtem Lichte bunte, grelle Farben. Da entweder die Kryställchen der Hauptaxe nach ausgedehnt sind oder in anderen Fällen recht schön die der Hauptaxe parallele Spaltbarkeit nach dem Orthopinakoid darbieten, so war die Auffindung der optischen Bisektrix recht leicht; sie bildet mit der Hauptaxe den für die Pyroxene charakteristischen grossen Winkel. Die Salite sind meist recht frisch. Flüssigkeitseinschlüsse sind häufig, sonst umschliesst er keine fremden Mineralien.“

\*) Ueber den Salit als Gesteinsgemengtheil. E. KALKOWSKY, TSCHERMAK's mineral. Mittheil. 1875. Heft II. pag. 49.

Diese Beschreibung KALKOWSKY's kann ich im Allgemeinen bestätigen, doch war Spaltbarkeit nicht eben häufig zu bemerken. Die Salitmikrolithen, wie sie namentlich die Feldspäthe anfüllen, gehen ausserdem in ziemlich grosse gelbgrüne Körner und Säulen über, deren Farbenintensität durchaus nicht so unbedeutend ist.

Der Auffassung des Minerals als Salit darf man wohl beistimmen.

Die Feldspäthe des Granitgneisses sind nun meistens angefüllt mit Talkschüppchen, Salitmikrolithen und Flüssigkeitseinschlüssen und heben sich dadurch in ziemlich deutlicher Begrenzung von den anderen Mineralien ab. Plagioklas kommt fast in jedem Präparat vor, aber nicht in bedeutenden Mengen. Die Lamellen der Plagioklase sind merkwürdigerweise oft gefaltet und gebogen, wobei natürlich die einzelnen Lamellen alle parallel bleiben.

Der Talkgehalt des Granitgneisses ist ziemlich bedeutend. Der Magnesiaglimmer zeigt zuweilen jene Nadelchen und Büschelchen, wie sie im Biotit der Gesteine des südlichen Theils beschrieben wurden; jedoch sind sie in letzterem viel häufiger.

An wenigen Stellen, z. B. bei 731 und 1080 Meter vom Eingange finden sich in dem Granitgneiss Einlagerungen von Glimmerschiefern.

Sie bestehen aus einem dichten Gefilz von Talk, Quarz und grünlichem Magnesiaglimmer, sind sehr arm an Flüssigkeitseinschlüssen und ganz erfüllt von gelbgrünen Körnern und Säulen, die man vielleicht dem Salit zurechnen darf. Accessorisch sind Granaten.

Bei 797 Metern vom Eingange findet sich eine Lage eines schmutziggrünen, staubartigen Materials, bezeichnet als Chloritstaub.

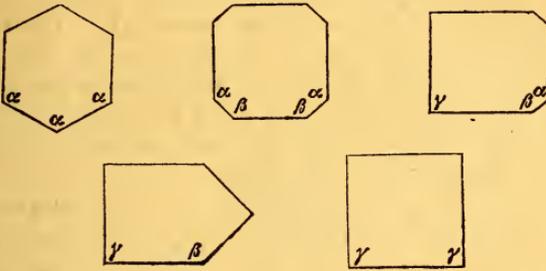
Derselbe wird auch in der That durch Kochen mit Schwefelsäure gelöst. Das Mikroskop zeigt, dass dieser Chlorit der Helminth VOGLER's \*) ist. Er bildet gebogene, wurmförmig gekrümmte Stengel, welche aus Schüppchen und Blättchen zusammengesetzt werden, die geldrollenartig aneinander gefügt sind. Die einzelnen Blättchen sind hellgrün, von ganz klarer Substanz, ganz scharf begrenzt und ohne alle fremden Einschlüsse. Sie haben ungefähr einen Durchmesser von 0,92 Mm.

Während VOGLER den Helminth in das rhombische System verweist, bezeichnet ihn DANA in seinem „system of mineralogy“

---

\*) VOGLER, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien 1854 pag. 142.

als „hexagonal?“ Ueber unseren Helminth lässt sich Folgendes sagen: Die Blättchen, welche mit der Fläche OP auf dem Objectträger liegen, also horizontal sind, zeigen keine Doppelbrechung, ihren Umrissen nach sind sie aber nicht hexagonal. Es kommen, abgesehen von den Verzerrungen, etwa folgende Formen vor:



Die Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  wurden durch die Messung mit einer Fehlergrenze von  $1^\circ$  als  $120^\circ$ ,  $150^\circ$ ,  $90^\circ$  bestimmt. Da man keine Durchschnitte, sondern von den basischen Pinakoiden begrenzte Blättchen vor sich hat, so können diese Winkel nur der verticalen Zone angehören. Könnte nun auch die Betrachtung der ersten Form, die allerdings auch die vorherrschende ist, zum Glauben an die hexagonale Natur des Helminths verleiten, so weisen doch die anderen Formen eine solche Auffassung entschieden zurück. Man müsste zu den allerunwahrscheinlichsten krystallographischen Annahmen seine Zuflucht nehmen, um sie als hexagonal zu erklären. Da auch das a priori sehr unwahrscheinliche tetragonale System durch die angeführten Formen ausgeschlossen ist, so bleibt für unseren Helminth nur das rhombische oder monokline System offen, und haben wir in diesem Falle Combinationen der Säule von ungefähr  $120^\circ$  mit einem und mit beiden verticalen Pinakoiden und Combinationen dieser Pinakoide unter sich vor uns. Auffallend ist es nun, dass die Helminthblättchen nicht polarisiren, selbst bei Anwendung der eingeschobenen Quarzplatte und des empfindlichen Roths keine Doppelbrechung zeigen. Diese einfache Brechung ist wohl aber nur scheinbar und wird darin ihre Erklärung finden dürfen, dass der Winkel der beiden optischen Axen sehr klein ist. Da nun die Blättchen eine enorme Dünne besitzen, so mag es kommen, dass bei einem sehr kleinen Axenwinkel eine Polarisation nicht wahrzunehmen ist. Man könnte übrigens beinahe annehmen, dass die Polarisation bei den glimmerartigen Mineralien ein nicht ganz zuverlässiges Entscheidungsmittel für das Krystallsystem

ist; ist man doch z. B. auf die nicht hexagonale Natur des Magnesiaglimmers durchaus nicht durch sein optisches Verhalten hingewiesen worden.

Bei ungefähr 2000 Meter vom Eingang geht der Granitgneiss in Gneiss über. Beide Gesteine unterscheiden sich mehr in der Anordnung der Bestandtheile, als durch diese selbst, indem in den Gneissen die schiefrige Natur mehr hervortritt. Was von den Flüssigkeitseinschlüssen des Granitgneisses gesagt ist, gilt auch von denen des Gneisses. Es findet sich ferner auch der Salit in letzterem Gesteine vor, allerdings in geringerer Menge. Mit Einschlüssen angefüllte Feldspäthe sind im Gneisse seltener; Plagioklase fehlen nicht. Dagegen besitzt der Gneiss als accessorische Gemengtheile noch den Kalkspath und den Zirkon. Der Kalkspath findet sich in zusammenhängenden Körnern, auch in einigen grösseren Individuen. Zuweilen erblickt man ein gut ausgebildetes Rhomboëderchen mitten im Quarz. Der Zirkon ist entweder fast farblos, oder schwach nelkenbraun. Auch Zwillinge finden sich vor. In dem Präparat von No. 37, 2315 Meter vom Eingang, das sich ziemlich reich an Zirkon erweist, ist auch eine in mehrere Stücke zerbrochene Zirkonsäule zu beobachten. Man kann sehr gut sehen, wie die einzelnen Stücke aneinander passen. Dieselben Druckkräfte, welche diese Zerbrechung verursachten, mögen auch die vorhin erwähnte Biegung der Plagioklase veranlasst haben.

Von 2605 Meter vom Eingang ab bis zu etwa 2780 Meter herrschen Kalksteine vor, nur einmal von Gneiss unterbrochen. Dieselben sind zum Theil Cipolline, helle, durch Talk geschieferte Marmorarten, ähnlich, und wahrscheinlich übereinstimmend mit denjenigen, welche am Ausgang des Urner Lochs hinter der alten Kirche anstehen. In ihnen kommt der Feldspath in grossen, vielfach schön verzwilligten Individuen vor. Er enthält stellenweise viel Flüssigkeitseinschlüsse. Ausserdem finden sich noch in dem Marmor Quarzkörner, Talkblättchen, Schwefelkiese und kleine Zirkone vor. Im Quarz sind auch zuweilen Rhomboëderchen von Kalkspath zu erblicken. In dem Quarz finden sich auch wieder Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure vor.

Die neue Oberalpstrasse hat bei Andermatt vorherrschend schwarze Kalke und Thonglimmerschiefer durchschnitten, die aber auch Einlagerungen von Quarzit und selbst von Gneiss enthalten. Wahrscheinlich ihnen entsprechend ist ein grosser Theil der Kalksteine durch dunkle Massen, die jedenfalls Graphit sind, ganz schwarz gefärbt. In diesem Gestein kommt zuweilen die bei den südlichen Gesteinen als dritte Modification

des Magnesiaglimmers beschriebene Biotitart vor, auch mit jenen Nadelchen versehen.

In einigen dieser schwarzen Kalke, z. B. in den Nummern 43 und 55, 2593 und 2765 Meter vom Eingang, erblickt man ganz eigenthümliche Gebilde, welche man leicht für fossile Spongien, Korallen und dergleichen ansehen kann. Es sind schwarze Netzwerke auf weissem Grunde, die von derselben dunklen, impelluciden Substanz hervorgebracht werden, die auch sonst das Gestein schwarz färbt und die wohl Graphit ist.

Das deutlichste dieser Netzwerke, welche ungefähr 4,4 Mm. Durchmesser besitzen, hat etwa folgendes Aussehen:



Die Meinung, dass diese Gebilde Ueberreste von Korallen und dergl. sind, würde dadurch unterstützt werden, dass sie von einer Stelle herkommen, welche nicht entfernt ist von dem Auftreten von liassischen und jurassischen Schichten. Doch ergab eine nähere Untersuchung gar kein Anzeichen einer organischen Natur und auch Prof. ZITTEL in München, dem die besten Exemplare dieser Gebilde übersandt wurden, erklärte, „er sei nicht im Stande, eine organische Structur in denselben zu erkennen und er würde es für sehr gewagt halten, nach diesen undeutlichen Anzeichen auf das Vorkommen von Korallen zu schliessen.“ Diese eigenthümlichen Zeichnungen erklären sich vielleicht aber auf eine andere Weise. Mir scheint es nämlich, dass sie die Kalkspathspaltbarkeit erkennen lassen und da nun in all diesen dunklen Gesteinen eintheils Kalkspath von theilweise ausgezeichnete Spaltbarkeit, anderentheils Graphit in allen möglichen Haufen und Flocken zu erblicken ist, so halte ich dafür, dass diese Gebilde Kalkspäthe sind, in deren Spalten sich Graphit angesammelt hat. Wenigstens hält es schwer, da diese Gebilde nach dem Urtheile ZITTEL's nicht für organische Reste zu halten sind, eine genügende andere Erklärung zu finden.

Die letzte in der Sammlung befindliche Nummer, No. 56, 2783 Meter vom Eingang, ist ein heller Thon. Mit ihm scheinen die liassischen oder jurassischen Schichten auf der Karte von K. v. FRITSCH zu beginnen, von denen Proben jedenfalls bei der nächsten Ausgabe von Handstücken zur Vertheilung gelangen werden.

Als wichtigste Resultate dieser Untersuchungen möchte ich folgende noch einmal kurz anführen.

Die Quarze der südlichen Schiefer des St. Gotthard besitzen in sehr grosser Menge Einschlüsse von liquider Kohlensäure, die zum Theil sogen. Doppelteinschlüsse sind. Dagegen wurden in den aus dem Tunnel stammenden Granitgneissen und Gneissen des nördlichen Theils keine solche Einschlüsse beobachtet, wohl aber in den Cipollinen daselbst.

Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure kommen auch im Kalkspath vor.

Die Schiefer des südlichen Theils des St. Gotthard sind ausser den bis jetzt in ihnen bekannten Schwefelkiesen und Granaten reich an Eisenglanz, Staurolith, Turmalin und Zirkon. Von den beiden letzten Mineralien kommen mehrere, auch makroskopisch bekannte Varietäten vor. Der Zirkon findet sich auch in den Gneissen und Kalken des nördlichen Theils des St. Gotthard.

Vom Zirkon giebt es Zwillinge. Dieselben befolgen das Zwillingsgesetz des Zinnsteins und Rutils.

Die Hornblendeschiefer des südlichen Theils des St. Gotthard enthalten ziemlich zahlreiche Individuen von Kalkspath.

Das chloritähnliche Mineral, wie es als Einlagerung 797 Meter vom nördlichen Eingang des Gotthardtunnels vorkommt, ist Helminth und dieser ist nicht hexagonal, sondern rhombisch oder monoklin.

Natürlich werde ich nicht verfehlen, die noch einlaufenden Sendungen von Tunnelgesteinen zu untersuchen und etwaige neue Resultate zu berichten.

Schliesslich kann ich es nicht unterlassen, meinem hochverehrten Lehrer, Herru Prof. ZIRKEL, für die mir bei dieser Arbeit bewiesene Unterstützung mit Rath und That meinen innigsten Dank abzustatten.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Otto

Artikel/Article: [Untersuchungen u`ber die Gesteine des St. Gotthardtunnels. 1-24](#)