

Ueber die Gesteine und Minerale des Arlbergtunnels.

Von Heinrich Baron v. Foullon.

Mit einer lithogr. Tafel (Nr. I).

Das seltene Ereigniss der Durchbohrung eines mächtigen Gebirgsteiles wie am Arlberge musste den Wunsch rege machen, die Vortheile eines solchen Aufschlusses für Geologie und Petrographie auszunützen. Zufolge der gütigen Einleitung des Herrn Hofrathes v. Hauer erhielt ich von der k. k. Direction für Staatseisenbahnbau eine Subvention und wurde mir das gesammte, durch die Herren Ingenieure während des Betriebes gesammelte Material zur Verfügung gestellt, welche Begünstigungen Studien an Ort und Stelle und im Laboratorium ermöglichten. Hiefür spreche ich meinen ergebensten Dank aus und gebe im Nachfolgenden die Resultate meiner Beobachtungen, zu denen ich gleich hier Einiges bemerken möchte.

Mein erster Besuch am Arlberge erfolgte im Juni 1883, die Tunnelarbeiten waren also bereits weit vorgeschritten. Da, wie unten gezeigt werden wird, die Tunnelaxe nahe dem Streichen der Schichten liegt, so waren a priori Aufschlüsse über die Schichtfolge und eventuell nachweisbare Altersverschiedenheiten ausgeschlossen, die rein geologischen Beobachtungen mussten sich demnach nur auf Dynamik und im Zusammenhange mit petrographischen auf Genesis und Zersetzung beziehen.

Es liegt in der Natur der Sache, dass erfolgreiche Studien für dynamische Geologie nur durch ununterbrochene combinirte Wechselbeobachtungen im offenen Tunnel und über Tag bewirkt werden konnten. Hat der Tunnel auch eine beträchtliche Länge, so ist sein Gebiet doch, in Betrachtung grosser Gebirgsmassen, ein kleines. Berücksichtigt man ferner die Lage der Axe im Streichen, so ist klar, dass nur für die Erkenntniss von Details im Gebirgsbaue Erfolge zu erwarten waren, die sich andererseits wieder nur erreichen liessen, wenn die Beobachtungen vom Anbeginn in einer Hand gelegen gewesen wären. Selbst in best aufgeschlossenen Gebieten werden immer Lücken in den Beobachtungen bleiben, welche durch Combinationen ausgefüllt werden müssen, die einigen Werth besitzen können, wenn sie mit Berücksichtigung aller Details geschaffen werden, deren Kenntniss und volles Verständniss nur das eigene Sehen ermöglicht. Wenn nun auch die Aufzeichnungen aller Vorkommnisse im Tunnel, wie Streichen und Einfallen der Schichten, Auftreten von Klüften, Gesteinswechsel u. s. w.

in bestimmten kleinen Abschnitten mit grösster Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit von Seite der Herren Ingenieure durchgeführt wurden, so liegt schon in dem Mangel an Zeit, alle diese Erscheinungen am Tage eingehend zu verfolgen, ein Grund, auf die Zusammenstellung eines vollständigen Bildes des detaillirten Gebirgsbaues zu verzichten.

In geologischer Richtung ist also kein Detailbild zu erwarten, sondern werde ich mich auf eine übersichtliche Darstellung des Gebietes beschränken, einzelne interessantere Erscheinungen aber ausführlicher behandeln.

Zur petrographischen Bearbeitung lag mir ein ausserordentlich reiches Material vor, das dementsprechend eingehend bearbeitet wurde.

Topographische und geodätische Daten.

Die Innsbruck und Bregenz verbindende Bahnlinie verlässt bei Landeck das Oberinntal und tritt in das Stanzertal, in welchem sie, stark ansteigend, bis St. Anton läuft. (Tunnelmundloch St. Anton 1302·4 Meter über dem adriatischen Meere.) Letzterer Ort liegt an der Curve des Rosanabaches, der im Fervallthale, vom Ursprunge her, einen nordnordöstlichen Lauf besitzt und hier gegen Osten umbiegt. Von da an führt das Thal nach dem am Ausgange ins Innthal liegenden Oertchen Stanz den Namen. Die nördlich von St. Anton liegende Thalwand fällt im Allgemeinen direct südlich ein und zieht sich von hier gegen Westen mit südsüdöstlichem Abfalle. Auf diesem steigt die Poststrasse empor nach St. Christoph, um bald hinter dem Weiler die Passhöhe bei 1797 Meter über dem adriatischen Meere und die Grenze zwischen Tirol und Vorarlberg zu erreichen. Der Pass selbst liegt zwischen der Arlbergalpe (Ostnordost 2188 Meter) und dem Wirth (Süd 2343 Meter), welche beiden Höhenpunkten Terrassen und Buckel vorgelagert sind. Hiemit ist auch die Wasserscheide zwischen Donau und Rhein überschritten. In dem Alfenzflussgebiet zieht sich die Strasse nieder, zwischen dem Wegmacherhäuschen in Rautz und dem Orte Stuben treten die Berglehnen nahe zusammen, in kunstvollem Baue durchzieht die Strasse die enge Schlucht, nach deren Passirung der Kessel von Stuben in Serpentin erreicht wird. Eine zweite Thalstufe liegt westlich von der Stubener Erweiterung nahe vor dem Weiler Langen, wo das westliche Mundloch des Tunnels angeschlagen wurde (Höhe des Tunnelmundloches in Langen 1218·4 Meter über dem adriatischen Meere). Von hier läuft die Bahnlinie im starken Fall durch das Klosterthal nach Bludenz, wo sie an die bestehende Linie nach Bregenz anschliesst.

Die ganze Strecke ist reich an den herrlichsten Scenerien, die durch die prächtige Flora, namentlich um Stuben, einen erhöhten Reiz gewinnt.

Die Tunnelaxe wurde selbstverständlich an das Landestriangulationsnetz angeschlossen; die Axe liegt ungefähr in 7^h. Die Länge des Richtstollens betrug 10250·6 Meter.

Geologische Verhältnisse des durchbohrten Gebirges.

Wie so häufig, bilden auch in der Gegend des Arlberges die Hauptthäler zwischen den krystallinischen älteren und den sedimentären jüngeren Gebirgstheilen der Hauptsache nach die Grenze. Im Westen ist es das Klosterthal, welches von Dalaas bis östlich von Rautz mit seinem linksseitigen südlichen Gehänge in krystallinischen, mit dem rechtsseitigen nördlichen in Gesteinen der Trias ansteht. Im Osten wiederholt sich dasselbe im Stanzerthale, dessen rechtsseitige südlichen Gehänge aus krystallinischen, die linksseitigen nördlichen aus triadischen Gesteinen bestehen. Auf der Arlbergpasshöhe verläuft die Grenze nicht im tiefsten Einschnitte; sie geht in ziemlich geradliniger Verlängerung von Rautz fast direct nach Westen am Fusse des Südgehanges der Schindlerspitze nördlich der Arlbergalpe hin, ein kurzes Stück bildet der oberste Theil des Steissbaches die Scheidung. Er wird bei seinem Umbuge nach Ostsudost überschritten, in gerader Linie streichen die krystallinischen Gesteine gegen den Herrenwald nördlich von St. Anton und erreichen wenig östlich von St. Jakob den Boden des Stanzerthales.

Die krystallinischen Gesteine fallen auf dieser Strecke überall nach Süd ein. Im Allgemeinen gilt dies auch von den jüngeren Gesteinen, wenn auch hier vielfache Abweichungen vorkommen, wie dies aus Richthofen's Darstellung hervorgeht¹⁾. Das nächst ältere Glied über den krystallinischen Gesteinen sind verrucanoartige Gebilde, auf die rauchwackenartige Kalke und endlich Dolomit folgen. Die Rauchwackenkalken scheinen aber nicht überall zwischengelagert zu sein²⁾. Auf der ganzen oben bezeichneten Strecke ist leider kein Aufschluss, an welchen sich die Lagerungsverhältnisse des verrucanoartigen Gesteines und der krystallinischen Gebilde direct beobachten liessen. Allein es lässt sich doch auf geringe Entfernungen von letzteren ein gleiches oder sehr ähnliches Einfallen der jüngeren Schichten mit den älteren constatiren. Nichtsdestoweniger kann man schon aus dem Ausgehen gewisser Gneissvarietäten im Streichen sehr gut entnehmen, dass die verrucanoartigen Gesteine „unconform“ an die krystallinischen gelagert sind.

Das allgemeine Streichen der Gneisse verläuft im Westen bis zu den westlichen Hängen der Arlbergalpe ungefähr nach 6—7^h. In der Einsenkung zwischen der Schindlerspitze und der Arlbergalpe herrscht ein Streichen nach 6^h, von der Spitze der letzteren nach Süd ein solches nach 8^h. Im Baggenthal (weiter östlich) tritt das frühere genähert (hier nach 7^{1/2}^h) wieder ein, welches in der Fortsetzung nach Osten, im Herrenwald, genau wie bei Langen, 6—7^h wird. Im südlich der Arlbergstrasse gelegenen Gebirgstheile, auf dem Wirth, Peischlkopf, Moroijöchl, Albonkopf bis über den Rauhkopf ins Nenzigastthal herrscht ein sehr gleichförmiges Streichen nach 6—7^h,

¹⁾ „Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol.“ Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. XII, pag. 87 u. f.

²⁾ Siehe Wolf's geologischen Bericht in: Technischer Bericht über das Project der Arlbergbahn etc. etc. Herausgegeben im Auftrage des k. k. Handelsministers von der Bauabtheilung der k. k. Generalinspection. Wien 1872.

das hauptsächlich nur an den nördlichen Vorköpfen des Albonkopf auf kurze Erstreckung eine Störung (8—9^h) erleidet.

Da nun die Grenze zwischen krystallinischen und triadischen Gesteinen von der Uebersetzung der Strasse über die Alfenz östlich von Rautz zu den beiden kleinen Seen unter der Schindlerspitze nach Ostnordost (circa 4^h) verläuft, so müsste bei concordanter Anlagerung das Streichen ein gleiches sein; es ist aber hier nach 6^h und erreicht im Maximum 8^h, es müssen also die hier anstehenden Gesteine abgeschnitten werden, was auch thatsächlich der Fall ist; z. B. stösst das südlich unter der Spitze der Arlbergalpe durchstreichende Blatt der später beschriebenen Muscovitgneisse an der bezeichneten Grenze ab und findet weiter nach Westen keine Fortsetzung.

Bei dem allgemeinen Einfallen nach Süd (im Durchschnitte circa 60—65°) bilden die älteren Gesteine das Hangende der jüngeren, es ist demnach die ganze Schichtfolge überkippt. So weit meine Beobachtungen reichen, scheint sich diese Ueberkippung weit nach Ost und West fortzusetzen; es wird Aufgabe des cartirenden Geologen sein, diese Verhältnisse in seinem noch ausstehenden Berichte darzustellen, dem ich durch vielleicht einseitige Schlüsse aus einem kleinen Terrainabschnitte nicht vorgreifen möchte.

Das durch das Klosterthal, Nenzigastthal, den von hier gegen die Spitze des Kaltenberges aufsteigenden, jenseits in das Fervallthal abfallenden Grath und das Fervallthal begrenzte Gebiet stellt demgemäss nach aller Wahrscheinlichkeit den nördlichen überkippten Flügel einer grossen Anticlinale dar, dessen Streichen nicht viel von der Ost-Westrichtung abweicht und dessen Einfallen durchschnittlich 60—65° nach Süd beträgt. Der Verrucano und die triadischen Bildungen lagerten sich transgredirend auf die krystallinischen ab, wurden mit diesen gefaltet und gaben ausserdem für sich sehr weitgehende Verschiebungen erlitten. Aber auch im Krystallinischen findet man überall Beweise starker Bewegung, auf die noch zurückzukommen ist.

Das westliche Mundloch des Tunnels bei Langen liegt 250 bis 300 Meter südlich der triadischen Ablagerungen, das östliche bei St. Anton von der Taggrenze ungefähr 1½ Kilometer südlich, eine Entfernung, die sich entsprechend dem Einfallen und der Höhendifferenz vom Mundloch in St. Anton (1302·4 Meter) und der Taggrenze (1900—2100, im Mittel 2000 Meter) reducirt. Die Tunnelaxe verläuft nach circa 7^h, es werden also die Blätter der krystallinischen Gesteine unter einem sehr kleinen Winkel gespiesst, der natürlich nach den Schwankungen im Streichen bald gegen Nord, bald gegen Süd zu liegen kam, ab und zu wurde auch das Streichen der Tunnelaxe parallel. Der Richtstollen besass eine Länge von 10250·6 Meter, und man kann wohl behaupten, dass nicht ein Meter ohne An- oder Ueberfahrung von Klüften erlangt wurde. In dem von Osten aus getriebenen Theil wurden alle die Klüfte, Verwerfungen, Faltungen, Knickungen u. s. w. sorgfältigst aufgenommen und in einen Grund- und Aufriss des Tunnels eingetragen. Leider konnte diese von dem k. k. Oberingenieur und Sectionsleiter in St. Anton Herrn C. Wagner begonnene Arbeit aus Gründen, die sich seiner Einflussnahme entzogen, noch nicht beendet werden. Die Originalien des fertigen Theiles erliegen in unserem Kartenarchiv, welchem sie der geehrte

Autor schenkte und uns hiedurch zu lebhaftem Danke verpflichtete. Wir wünschen nur, dass es ihm ehestens möglich werde, die äusserst mühevollen Arbeit zu Ende zu führen. Ohne Zweifel wird sich aus dieser Darstellung in Verbindung mit den sehr sorgfältig ausgeführten zahlreichen Profilen der Ostseite, welche uns die k. k. Baudirection in dankenswerthester Liberalität zur Verfügung stellte, ein genaues Bild über die Kluftsysteme, Bewegungsrichtung u. s. w. construiren lassen, auf was ich vorderhand leider verzichten muss. Aber auch über Tags begegnet man zahlreichen Klüften und Aufbrüchen, auf die hier näher eingegangen werden soll.

Man kann hauptsächlich zweierlei Brüche unterscheiden:

1. solche senkrecht auf das Streichen,
2. solche parallel dem Streichen.

Zu 1. Namentlich auf der Terrasse, welche zwischen der Arlbergstrasse und den südlichen Gipfeln: Wirth, Peischkopf u. s. w. liegt, gewahrt man nicht selten Klüfte, die das Streichen mehr weniger genau senkrecht verqueren. Im Allgemeinen erreichen sie keine bedeutende Länge (Maximum 140—150 Meter), in den quarzreichen Gesteinsvarietäten stehen sie offen und beträgt die Klaffung selten bis zu einem halben Meter, oft nur einige Centimeter. Dass so schmale Klüfte bei ziemlicher Tiefe offen angetroffen werden, beweist wohl deren Eutstehung vor nicht allzu langer Zeit zur Genüge, und ist man daher zu dem Schlusse fortwährend stattfindender Bewegung gewiss berechtigt. Auf die diese Klüfte hervorbringende Druckrichtung wird durch den Mangel jeder constatirbaren Verwerfung oder Verschiebung ein besonderes Licht geworfen.

Diese Richtung der Klüftung ist nicht neu, denn gerade im genannten Gebiete finden sich auch solche, die mit braunschwarzer Zinkblende und sehr wenig Bleiglanz ausgefüllt sind, auf denen sogar vor Alters Bergbaue umgingen. Ein kleiner Theil ist noch offen und man kann so das baldige Auskeilen der Gangausfüllung beobachten.

Zu 2. Weit interessanter sind die Brüche im Streichen. Auf allen von der Arlbergstrasse südlich gelegenen, gegen Nord abfallenden Lehnen und auf dem zwischen Wirth und Albankopf gelegenen Höhenzuge finden sich theils schmale Klüfte, theils mächtigere Aufbrüche, welche letztere zu einer ganz eigenthümlichen Terrassenbildung Veranlassung geben.

Am zahlreichsten sind die Klüfte auf den nördlichen Vorköpfen des Albankopf. Man kann hier stellenweise 10—15 hintereinander zählen. Sie besitzen an der Oberfläche am Tage eine Weite von einem halben bis zwei Meter, und lassen sich mitunter auf mehrere hundert Meter Länge im Streichen verfolgen. Ihre Tiefe muss manchmal sehr beträchtlich sein, denn obwohl sie mit grossen Gesteinsblöcken erfüllt scheinen, hört man zwischen ihnen eingeführte und fallen gelassene kleine Gesteinstrümmer noch lange rollen. Meist sind diese Aufbrüche an der Grenze der Gesteinsvarietäten — quarz- und glimmerreicher — erfolgt, hie und da weichen sie von einer einfachen Trennung der parallelen Blätter ab und reissen Blöcke aus dem links oder rechts anstehenden Gesteine heraus, überspringen mit einem, das Streichen verquerenden Verlauf ein paar Blätter, um dann wieder im Streichen fortzusetzen u. s. w. Das vor dem Albankopf sich hinziehende Plateau

macht mit seinen massenhaften Klüften einen geradezu beunruhigenden Eindruck.

Wo geeignete Bedingungen in den Gesteinsverhältnissen vorhanden sind, erreichen solche Klüfte bei geringerer Erstreckung im Streichen eine sehr bedeutende Mächtigkeit. Ein Beispiel hiefür bietet der Nordabhang des Wirth nahe unter dem Gipfel. Die Kluft hat hier zehn Meter Mächtigkeit und ist mit riesigen Gesteinsblöcken erfüllt, die Länge im Streichen erreicht keine hundert Meter. Das Einfallen der Schichten ist ein südliches und beträgt 60—70°. Der nördlich anstehende Ulm, also das Liegende der Kluft, wird von festem, quarzreichen Gestein gebildet, das schwer verwittert und in grossen Blöcken bricht, von denen einige recht bedrohlich über St. Christoph hängen. Noch ragt am östlichen Rande der Kluft ein mehrere Meter hoher Riesenzahn empor. Das Hangende der Kluft wird von glimmerreicherem Gneiss gebildet, der Glimmer bildet mehr zusammenhängende Häute in einzelnen Theilen des Gesteins, längs welchen eine sehr geringe Cohärenz herrscht und die Trennung mächtiger Platten erfolgt.

Derartige eigenthümliche Aufbrüche sind aufwärts am rechten Ufer des Albonbaches westlich von Langen und am linken Ufer des Langentobl östlich von Langen je nahe an dreissig zu zählen. Sie bilden nämlich eine Art von Terrassen mit vorgelegtem wallartigen Rande, welcher letzterer entweder nur einseitig wieder an das Gebirge anschliesst, wodurch „Rinnen“ an den Abhängen entstehen, oder der Anschluss erfolgt beiderseits. So bilden sich abflusslose elliptische Kessel, die häufig einen kleinen See enthalten. Wall, Vertiefung und der dahinter ansteigende Gebirgshang sind nun mit reicher Vegetation überzogen und die Ursache der merkwürdigen Configuration wird erst klar, wenn man die gleichen oben geschilderten Verhältnisse über der Grenze üppiger Gras- und Waldbewachung und im kahlen Felsterrain beobachtet hat.

Eine zweite, von der vorhergehenden wesentlich verschiedene Terrassenbildung wird durch den Wechsel in der Gesteinszusammensetzung bewirkt. Wie unten ausgeführt, herrscht auf kleine Erstreckungen steter Wechsel in der Cohärenz der Gesteine, der in grösseren Abständen — senkrecht aufs Streichen — gewisse Extreme erreicht. Die quarzreichen Gesteine bleiben als Mauern und Wände stehen, die glimmerreichen unterliegen stark der Desaggregation. Wenn nun die Mauern im Streichen irgendwo durchbrochen werden, so wird dahinter das der Desaggregation entstammende Material durch Wasserabflüsse allmählig ausgetragen und es entstehen auch hier lange Rinnen im Streichen, die schliesslich die Bachbette bilden. Diese Verhältnisse sind am deutlichsten auf den Vorhöhen, die zwischen der Arlbergstrasse und den südlichen Gipfeln liegen, ausgesprochen.

Von den vorbeschriebenen „Aufbruchsterrassen“, wie ich selbe nennen möchte, lassen sie sich durch ihre bedeutende Länge im Streichen, durch die anstehenden Gesteine und die Form des Walles leicht unterscheiden.

Bei den Aufbruchsterrassen entspricht der „Wall“ sehr häufig dünnblättrigen Gesteinen, die gewissermassen losgelöst und vorgesunken sind, so dass eine Art Blase gebildet wird. Dementsprechend ist der

Wall schmal und bogenförmig. Bei jenen Terrassen, die den verschiedenen Gesteinsvarietäten ihre Entstehung danken und die ich hier der Kürze halber „Cohärenzterrassen“ nennen will, verläuft der Wall geradlinig, dem Streichen entsprechend; er ist auf einer Seite, gewöhnlich dem Abhang zu, mauerartig, oder hat bei bedeutenderer Höhe mehrere Etagen mit niederen Wänden; auf der entgegengesetzten Seite verläuft er ziemlich flach, ist demnach breit und einseitig.

Die Klüfte, welche die Aufbruchterrassen bilden, sind nicht immer tief, es ist öfter einfaches Ueberbrechen der Schichtköpfe ihre Ursache. Sehr gut sieht man dies in den Steinbrüchen bei St. Anton, wo an der Oberfläche fast allgemein ein Einfallen nach Nord herrscht. In einer Tiefe von 5 bis 6 Meter fallen die Schichten normal nach Süd. Auch auf den nach Nord abfallenden Gehängen treten solche Ueberbrüche auf. Die glimmerreichen Gesteine bröckeln ab, lösen sich auf, wodurch die quarzreichen, der Unterlage beraubt, allmählig nachsinken, bei ihrer geringen Biagsamkeit brechen und so den elastischeren dahinterliegenden das blasenartige Vorfällen ermöglichen.

Nebst diesen, blos die Oberfläche berührenden Klüften, sind gewiss tiefreichende in nicht geringer Zahl vorhanden; denn ein Theil der mächtigen, mit einer Art Reibungsbreccie erfüllten, welche in verschiedenen Tunnelpartien überfahren wurden, haben sicher eine sehr weite Erstreckung, wie die reichlichen Wasserzuflüsse auf ihnen beweisen. Dass die letzteren nicht noch reichlicher waren, hat seinen Grund in der Erfüllung, die zum Theile durch Gesteinsfragmente, zum Theile durch nachgesunkene Gesteinsblätter besorgt wird. Die glimmerreichen Varietäten besitzen einen hohen Grad von Biagsamkeit, und wo der Aufbruch in derlei Blättern erfolgte, was fast immer der Fall, lösten sie sich in Folge der Schwere allmählig von den quarzreicheren ab, um dann in die Tiefe zu sinken. Ausserordentlich schöne Beispiele sah man in dieser Richtung in der Langener Tunnelpartie, wo Klüfte mit bandartig gefalteten nachgesunkenen Gesteinsblättern erfüllt waren.

Bei derartigen Verhältnissen circuliren in dem durchgefahrenen Gebirge stetig die Tagwässer, obwohl die überlagernde Gesteinsmächtigkeit auch mehr als 700 Meter beträgt. Nichtsdestoweniger haben die Gesteine in den tieferen Tunnelpartien wohl fast überall zu beobachtende, aber doch nur geringe Veränderungen erfahren, auf die unten näher eingegangen werden wird. Auch über Tags sieht man, mit Ausnahme bei dem Biotit, wenig weitgehende chemische Veränderungen; die Gesteine desaggregiren eben früher als sie chemisch sich verändern, und bei den überall herrschenden starken Neigungsverhältnissen wird der entstehende Grus bald abgetragen.

Petrographische Beschaffenheit der krystallinischen Gesteine.

Als Grundlage zu den petrographischen Studien diente ein überaus reiches Material. Sowohl von Seite der k. k. Subsection St. Anton, als auch jener in Langen wurden von den im Richtstollen vor Ort anstehenden Gesteinen in kleinen gleichen Abständen Proben genommen, ebenso bei Gesteinswechsel und sonstigen auffallenden Veränderungen.

Nicht minder liegen zahlreiche Probestücke aus Firststollen, Querschlägen, Vollausrüchen und Kammern vor. Ausserdem ist das bei vier unten zu erwähnenden Profilen geschlagene Material und solches von nahezu zwanzig grösseren und kleineren Touren in dem Gebiete berücksichtigt worden. Selbstverständlich konnten nicht alle diese mehrere Tausend Handstücke eingehend untersucht werden; es sind aber sämmtliche durch meine Hand gegangen, aus ihnen wurde eine engere Auswahl getroffen, aus der erst wieder eine beschränkte Anzahl zur Herstellung von Präparaten ausgeschieden worden sind. Bei der Beschaffenheit der Gesteine, die eine vollständige Auflösung mit dem freien Auge oder der Loupe nicht gestattet, liegt keine Garantie vor, dass alle möglicherweise vorkommenden Erscheinungen zur Beobachtung in Präparaten gelangten; doch ist mit der grossen Anzahl der Dünnschliffe die Wahrscheinlichkeit, nichts übergangen zu haben, eine grosse. Anders verhält es sich mit der Vertheilung, respective dem örtlichen Vorkommen gewisser accessorischer Minerale. Um deren An- oder Abwesenheit in den verschiedenen Gesteinsblättern zu constatiren, hätte die Zahl der Präparate ins Unendliche vermehrt werden müssen, eine Arbeit, die mit dem zu erwartenden Resultate kaum in Einklang gestanden wäre und so besser unterblieb.

Wie schon oben erwähnt, sind es weitaus überwiegend Gneisse, die das Gebirge aufbauen; an sie schliessen sich ganz untergeordnet Schiefer und Hornblendegesteine.

Wie gezeigt werden wird, liessen sich die Gneisse nach den in ihnen enthaltenen Feldspatharten in zwei Gruppen scheiden: in Mikroklin-Albitgneisse und Albitgneisse. Der zwischen beiden bestehende Unterschied ist in den hier zur Betrachtung gelangenden Gesteinen ein gut durchgreifender, und da ja mit vollem Rechte der Feldspath als Gruppierungsmineral so gerne herangezogen wird, wäre es vielleicht am besten, diese Verschiedenheit zur Abtheilung zu benützen. Aus mehrfachen Gründen möchte ich aber dennoch hievon absehen. Erstens einmal aus allgemeinen, denn es erscheint bei der Beschaffenheit der krystallinischen Gesteine und ihrer Feldspathe, soweit wir sie bis jetzt kennen, überhaupt sehr fraglich, ob der Feldspath als hauptsächlichstes Gruppierungsmineral wird benützt werden können, und zweitens aus localen Gründen. In dem enge begrenzten Raume ist der Unterschied in der Feldspathführung wohl ein durchgreifender, d. h. auch alle anderen Unterscheidungsmerkmale fallen mit ihm zusammen. Geht man aber nur wenig in die älteren Gesteine, so erscheint die Verschiedenheit in der Feldspathführung verwischt. Andererseits ist dieselbe äusserlich nicht wahrnehmbar, zur Erkenntniss sind complicirtere Untersuchungen nöthig, die in dem einen Theile des Materials in Folge seiner Ausbildung bedeutende Schwierigkeiten verursachen. Ferner haben beide Varietäten ihre Schiefer, die sich enge an die Gneisse anschliessen. Wenn sie auch bezüglich der räumlichen Verbreitung eine sehr untergeordnete Bedeutung erlangen, so besitzen sie doch eine genetische und hier namentlich auch technische. Sie bleiben am besten bei den zugehörigen Gneissen, was unschwer geschehen kann, wenn man ein anderes, in beiden Gesteinsarten vorkommendes Mineral als leitendes benützt, und dies ist der Glimmer. Es soll damit durchaus

nicht angedeutet sein, dass man meiner Ansicht nach bei der Eintheilung der Gneisse überhaupt immer den Glimmer als Gruppierungsmineral benützen soll oder wird; hier handelt es sich lediglich darum, für ein engbegrenztes Gebiet eine praktische Gruppierung zu wählen, die auch eine äusserliche, für das freie Auge mögliche Unterscheidung gestattet.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, werde ich die Gneisse in solche mit vorwaltendem Muscovit und solche mit vorwaltendem Biotit theilen, obwohl auch dieser Gruppierungsart gewisse Mängel anhängen, in mancher Richtung vielleicht grössere als der ersterwähnten. Reine Muscovit- oder Biotitgneisse sind nämlich eine Ausnahme weniger bei ersterer Art, als namentlich bei letzterer. Allein man wird dennoch hier fast niemals in Verlegenheit gerathen, wohin man das eine oder andere Vorkommen stellen soll, so mannigfach auch die Variation in der Ausbildung zu beobachten ist.

Muscovitgneisse.

Als Typen dieser Gesteine wähle ich Proben aus dem Tunnel, und zwar 1372 Meter vom provisorischen Ostportal, 1075 Meter detto und die Gesteine, wie sie in den Steinbrüchen östlich von St. Anton (nahe in der Tunnelaxe) und süd-südwestlich von Stuben zum Zwecke der Tunnelausmauerung gewonnen wurden. Es sei gleich hier bemerkt, dass von diesen vier Punkten je gleiche Gewichtsmengen, zusammen mehrere Kilogramm, pulverisirt und aus dem Pulver eine Durchschnittsprobe genommen wurde, welches zu der unten anzuführenden Pauschalanalyse diene.

Alle vier Proben sind einander sehr ähnlich; sie besitzen ein blättriges Gefüge, die einzelnen Blätter bewegen sich meist in der Dicke um zwei Millimeter herum und verlaufen auf weitere Erstreckungen ziemlich gleich, so dass eine ausgezeichnete Parallelstructur platzgreift. Sie sind mattweiss und bestehen aus Quarz und Feldspath; ersterer herrscht scheinbar vor, letzterer zeigt nicht immer glänzende Spaltflächen, bildet vorwiegend Leisten, die sich meist der Dicke der Gesteinsblätter anfügen, aber eine Länge bis zu einem Centimeter erreichen. [Verdickungen der Feldspathindividuen und damit verbundene knotige Auftreibungen sind hier seltener. Fast alle Individuen, die glänzende Spaltflächen aufweisen, sind Karlsbader Zwillinge. Von sehr untergeordneter Bedeutung als gesteinsbildendes Mineral ist der Glimmer. Vor Allem tritt ein grauweisser Muscovit hervor, der seltener innerhalb der Gesteinsblätter, sondern vorwiegend als Ueberzug auf den Trennungsfächen erscheint. Namentlich im grossen Steinbruche bei Stuben besitzt er einen schwachen Stich ins Bräunliche und wird bei dicker aufeinander liegenden Blättchen und damit verbundener tieferer Färbung für Biotit gehalten. Grünliche Partien rühren von der beginnenden Umwandlung im Glimmer her. Die Blättchen sind meist sehr klein, solche von circa einem Quadrat-Millimeter sind schon selten; sie bilden unregelmässige Aggregate von sehr verschiedener Grösse, die als Ueberzüge auf den Trennungsfächen, manchmal nach gewissen Richtungen parallel, angeordnet sind. Immer bleibt zwischen den dünnen, hautartigen Aggregaten Raum, in welchen sich Quarz und Feldspath der einzelnen Gesteinsblätter direct berühren, wohl auch verwachsen sein müssen, denn die Trennbarkeit der Gesteins-

blätter ist eine sehr ungleiche. Grosse Ebenföchigkeit dieser Gesteine auf weitere Erstreckungen ist selten, namentlich im Steinbruche von St. Anton ist sie aber vorhanden, und war es eine sehr glöckliche Wahl, von diesem Punkte das Material zur Tunnelausmauerung zu gewinnen.

Die Betrachtung von Dünschliffen lehrt bezüglich der oben beschriebenen Art der Anordnung der Minerale nichts wesentlich Neues. Das Verhältniss von Quarz und Feldspath zu einander wird bei den Mineralien besprochen werden. Thatsächlich erscheint Muscovit selten innerhalb der Gesteinsblätter, öfter sieht man grüne Pseudomorphosen und Biotitreste, auf die ich unten zurückkommen werde.

Keines von den das Gestein zusammensetzenden Mineralen zeigt auch nur genäherte Formausbildung, hie und da glaubt man bei der Zertrümmerung von Gesteinstücken das aufrechte Prisma oder die Längsfläche von Feldspathkrystallen zu sehen, die sich von den umgebenden Quarzpartien ablösen, in Schliffen konnten auch nicht einmal diese Andeutungen wahrgenommen werden. Die Beschaffenheit der Minerale ist in fast allen Varietäten der Muscovitgneisse gleich; ich werde demnach hier die Eigenthümlichkeiten derselben hervorheben und Abweichungen, die sich vorwiegend auf Grössenverhältnisse beziehen, bei der Besprechung der Varietäten anführen.

Quarz. Die Körner dieses Mineralen bestehen fast immer aus mehreren Individuen, die in der Grösse sehr wechseln; häufig sind dieselben so verwachsen, dass man im gewöhnlichen Lichte die Grenzen der einzelnen gar nicht oder nur zum Theile sehen kann, ja nicht einmal zwischen Quarz und Feldspath sind sie immer sichtbar. Die weisse Farbe rührt von massenhaften Hohlräumen und Einschlüssen her, welche die bekannte reihenförmige Anordnung zeigen, theils liegen die Reihen mehr weniger parallel, schneiden sich aber auch, oder sind die Hohlräume und Einschlüsse central oder überhaupt local angehäuft. Hohlräume und Einschlüsse sind winzig klein, rundlich, schlauchförmig, seltener zackig; negative Krystalle wurden nie beobachtet. Soweit der geringe Umfang dieser Dinge ein Urtheil gestattet, möchte ich das Ueberwiegen der Hohlräume annehmen, Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen sind schon selten, solche mit spontan beweglichen äusserst selten; die letzteren sind nicht zum Verschwinden zu bringen. Ausserdem gewahrt man nicht selten Mineral-einschlüsse; ich halte einen grossen Theil für fast farblosen Epidot, andere sind Muscovitblättchen, Biotit und Apatit sind selten. Die Menge des Quarzes erscheint in den Schliffen ziemlich wechselnd, was, abgesehen von der wirklichen Vertheilung, wohl auch von der Wahl der Gesteinstücke für die Präparate abhängt. Partien, die wenigstens in einer Richtung einen Centimeter erreichen, sind schon selten und dürften dem Maximum entsprechen. Das Weitere hierüber wird gleich zur Darstellung gelangen.

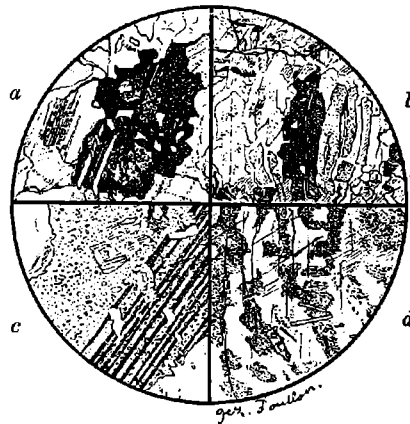
Feldspath. Dieser Gemengtheil ist der weitaus interessanteste, und da es scheint, dass die hier zu beobachtende Ausbildungsweise namentlich in alpinen Gneissen eine grosse Verbreitung besitzt, soll sie ausführlicher behandelt werden; ich benütze hiezu das Gesamtmaterial der Muscovitgneisse. Bei der optischen Specialuntersuchung erfreute ich mich der werkhätigen und controllirenden Unterstützung meines geehrten Freundes Dr. M. Schuster, wodurch die Bestim-

mungen jedenfalls erheblich an Werth gewonnen haben und wofür ich ihm bestens danke.

Die Feldspathindividuen erreichen in manchen Varietäten und local eine bedeutende Grösse. Die grössten fand ich in einem Vorkommen an der Strasse über den Arlberg bei der ersten grossen Kehre von St. Anton west-südwestlich, wo die Strasse den Bach des Baggenthales übersetzt. Es wird da die eine Seite der Strasse von Felswänden begrenzt, deren Streichen verquert ist; bei Punkt 20 des Profiles von Baggenthal steht ein wenige Meter mächtiges Gesteinsblatt an, in dem die schwach bläulichen Feldspathe sofort ins Auge fallen, Dimensionen von 2×1 Centimeter sind häufig. Im Allgemeinen sieht man stark glänzende Spaltflächen selten; unser Material zeigt sie freilich öfter, weil bei dessen Auswahl auf den Feldspath besondere Rücksicht genommen wurde. Weitaus die meisten sind matt und rauh, woher dies kommt, wird unten gezeigt werden. Fast alle glänzenden Spaltflächen lassen Karlsbader Zwillinge erkennen.

In Schlifren beobachtet man, dass die Begrenzung der Individuen lediglich von der Umgebung bedingt wird, auch nur genäherte Formausbildung ist nimals zu sehen. Der Umfang verläuft in der Regel complicirt, die Feldspathsubstanz erfüllt Räume zwischen Quarzkörnern, diese sind vielfach in den Feldspath hineingewachsen und grössere liegen im Feldspath u. s. w., kurz, überall sieht man die sichersten Kriterien ganz gleichzeitiger Bildung. Ein Beispiel dieser Ausbildung soll in Fig. 1a gegeben werden; es ist einer Gesteinsprobe aus dem Tunnel entnommen, 239 Meter vom provisorischen Ostportal. Die Zeichnung ist im polarisirten Lichte gemacht, weil im gewöhnlichen die Grenzen zwischen Feldspath und Quarz nur zum geringsten Theile sichtbar sind. Ein zweites Beispiel gehört einem Gestein aus dem Profile von Rautz (Punkt IV) an, und ist in Fig. 1b, ebenfalls im polarisirten Lichte gezeichnet. Es sind zwei Zwillinge, wohl parallel $M(010)$, aber mit gegeneinander geneigter c -Axe verwachsen. Die beiden dunkleren Lamellen gehören einem, die beiden lichterem dem zweiten Zwilling an. Ein dritter und vierter Zwilling, links und rechts in der Figur, sind zum Theile im gewöhnlichen Lichte gezeichnet, vom umgebenden Quarz unterscheiden sie sich durch stärkere Trübung. Sowohl die einzelnen Feldspathindividuen sind unter sich, als auch mit dem sie umgebenden oder zwischenlagernden Quarz vollständig verwachsen, so dass im gewöhnlichen Lichte die Grenzen der Individuen und Substanzen nicht wahrnehmbar sind. Die Ausbildung und Verwachsung mehrerer Individuen ist natürlich so mannigfach variirt, dass man, um alle Fälle zu erschöpfen, fast alle vorkommenden Feldspathe zeichnen

Fig. 1.



müsste. Im Allgemeinen sind die Krystalle vorwiegend nach den Axen *a* und *c* entwickelt, mit welcher Ebene sie genähert den Gesteinsblättern parallel liegen, so dass die *b*-Axen mehr weniger genau senkrecht auf der der Parallelstructur entsprechenden Absonderung liegen. Dieser Umstand hat eine gewisse Bedeutung, wie noch gezeigt werden wird.

Was nun die Substanz der Feldspathe anbelangt, so erscheint sie in Schliften nie in ganzen Individuen klar, entweder sind die Schnitte überhaupt getrübt, oder es durchziehen trübe Streifen nach einer oder zwei Richtungen dieselben, man erkennt bald, dass sie Ebenen entsprechen, die vorwiegend parallel *P*, seltener parallel einem aufrechten Prisma *l* oder *T* (z. B. in Fig. 1*a*) verlaufen. Becke¹⁾ erwähnt einer ähnlichen Erscheinung und spricht die Vermuthung aus, sie sei wahrscheinlich die Folge von Verwitterung. Hier sieht man unter günstigen Verhältnissen, dass die Trübung durch Anhäufung winziger Blättchen hervorgerufen wird, ansonst lässt sich nichts wahrnehmen, was für oder gegen die Annahme als Verwitterungserscheinung spräche, aus dem consequenten Auftreten in genannter Richtung wäre ich eher geneigt, sie für eine mit Einschlussanhäufung verbundene Wachstumserscheinung zu halten. Auch sonst sind Interpositionen häufig.

Im gewöhnlichen Lichte sieht man wohl oft klarere und trübere Partien innerhalb eines Schnittes neben einander, merkliche Unterschiede im Brechungsvermögen fallen aber nicht auf. In Schliften, welche gegen die Ebene der grössten Entwicklung der Gesteinsblätter eine mehr geneigte Lage besitzen, erscheinen im polarisirten Lichte viele polysynthetisch verzwilligte Feldspathe, in solchen, die ziemlich parallel der Absonderung hergestellt werden, sind sie selten oder fehlen ganz, was mit der oben erwähnten Lage der Feldspathkrystalloide zusammenhängt. Häufig gewahrt man feine Zwillingsstreifung neben breit entwickelten Lamellen. Fig. 1*c* aus einem Präparate des Gneisses aus dem grossen Steinbruche bei St. Anton, bei gekreuzten Nicols und Auslöschung einer Partie gezeichnet, liefert ein Beispiel. Das Bild, welches sich da bietet, ist dem der Milchstrasse in sternenheller Nacht nicht unähnlich. Fig. 1*d* aus dem Gneiss des Steinbruches bei Stuben, ebenfalls im polarisirten Lichte gezeichnet, zeigt eine Verwachsung verschiedener Feldspathe. Endlich ist der ab und zu erscheinenden mikropegmatischen Verwachsung von Quarz und Feldspath zu erwähnen.

Nachdem die häufige Anwesenheit von Plagioklas erkannt war, erschien es wünschenswerth, Bestimmungen über die Art desselben auszuführen. Nach verschiedenen Andeutungen in den Schliften und namentlich aus solchen, wie sie in Fig. 1*d* dargestellt sind, stand zu vermuthen, dass Verwachsungen von Orthoklassubstanz und einem Plagioklas nicht selten vorkommen, dennoch war das Resultat der optischen Untersuchung ein überraschendes, ich gebe hier die diesbezüglichen Beobachtungen:

Tunnel 1075 vom prov. Ost-Portal. Spaltblättchen parallel *P*,
auf die natürliche Spaltungsfäche aufgeklebt, der andere
Theil abgeschliffen, Auslöschung des geringeren, in Lamellen
auftretenden Theiles

5°

¹⁾ Die Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels. Tschermak's mineralog. und petrogr. Mitth., Bd. IV., 1842, Seite 189. Darin S. 199.

- Nahe senkrecht auf die Längsentwicklung obiger Lamellen ist ein kleiner zwillingslamellirter Theil eingewachsen, der gegen das Netzwerk der Hauptmasse Auslöschungswinkel von $2-3^\circ$ zeigt. Die Differenz zwischen den Auslöschungen der beiden Zwillingsysteme beträgt aber 9° , demnach der einseitige Werth $4-5^\circ$
- Die Hauptmasse zeigt nicht sehr deutliche Gitterstructur und eine Auslöschungsschiefe von 19°
- Feldspath aus dem Gneiss des Steinbruches in Sect. Anton. Spaltblättchen parallel *P*, einseitig angeschliffen.
- Ein Theil der Substanz, der der Menge nach gegen einen anderen bald vorwaltet, bald zurücktritt, zeigt Auslöschungsschiefen von $4-5^\circ$
- Der andere Theil mit angedeuteter Gitterstructur 19°
- Von demselben Korn nach einer zweiten, wenig vollkommenen Spaltrichtung abgespaltene, einseitig angeschliffene Blättchen zeigen in der klaren Substanz eine Auslöschungsschiefe von $20-21^\circ$
- In einer, im auffallenden Lichte bei aufgesetztem Nicol porzellanartigen, sonst trüben, im durchfallenden schlecht durchsichtigen Substanz eine Auslöschungsschiefe von circa . . . 7°
- Wenn der Verlauf letzterer Partien dem aufrechten Prisma entspricht, was ja wohl anzunehmen ist, so erfolgt die Auslöschung im positiven Sinne Schuster's. Ausserdem lässt sich der Austritt der positiven Mittellinie erkennen.
- Feldspath aus dem Gneiss des grossen Steinbruches bei Stuben.
- Ein unebenes, beiderseits angeschliffenes Spaltblättchen besteht aus ungemein fein zwillingsgestreiften klaren Partien und aus trüben vorherrschenden; die ersteren zeigen annähernd Auslöschungsschiefen von 6° und 2° , die übrige Masse von circa 14° , correspondirend mit dem unter 2° auslöschenden System.
- Ein einseitig angeschliffenes Blättchen nach der zweiten Spaltrichtung vom selben Korn zeigt für beide Substanzen Auslöschungsschiefen von $+ 5^\circ$
und $+ 18^\circ$
- Feldspath aus dem Gneiss von Punkt XX des Profiles von Baggenthal.
- Einseitig angeschliffene Blättchen parallel *P* zeigen eine ungemein feine Verwachsung zweier Substanzen, von denen eine eine kleine, die andere eine grössere Auslöschungsschiefe gibt.
- Ein Spaltblättchen in der zweiten Spaltrichtung parallel *M* vom selben Korn zeigt $+ 5^\circ$
ist also Mikroklin allein.

Aehnliche Beobachtungen liessen sich noch von vielen anderen Punkten anführen, die gegebenen dürften aber genügen, um den Beweis für erbracht zu halten, dass hier nach den gegebenen optischen

Daten Verwachsungen von Mikroklin und Albit vorliegen¹⁾, somit ein grosser Theil der, gewissermassen porphyrisch erscheinenden, Feldspathe der Muscovitgneisse Microperthit ist. Ganz entspricht er allerdings nur selten jener Verwachsungsart, für die Becke diese Bezeichnung gewählt²⁾, sie ist hier meist viel gröber, und merkwürdigerweise zeigen selbst die feinsten nicht den bekannten Schiller, wahrscheinlich weil sie noch immer nicht fein genug sind. Da im Wesen — wohl aber nicht in der Ausbildungsweise — die vorliegende Verwachsung von Kali- und Natronfeldspath die gleiche ist, da ferner von den feinen Verwachsungen zu den gröberen stetige Uebergänge herrschen, so nehme ich keinen Anstand, dieselbe Bezeichnung zu gebrauchen, die, wenn man für den Microperthit mehr die Ausbildungsweise in den Vordergrund stellen will, was gewiss einige Berechtigung hat, hier durch eine andere ersetzt werden müsste. Freilich träte daan der missliche Umstand ein, dass, da einerseits so feine Ausbildungsweisen vorliegen, die doch schon die Bezeichnung verdienen, andererseits die gröberen anders benannt werden würden, erstens eine im Wesen gleiche Sache zwei Namen führte und zweitens man doch nicht recht wüsste, wo man die Grenze ziehen soll. Umsoweniger dürfte dies entsprechen, je weiter verbreitet die Erscheinung ist, was thatsächlich der Fall zu sein scheint. Ausser den von Becke (a. a. O.) citirten Vorkommen möchte ich wenigstens noch jene in gewissen Gotthardgesteinen hinzufügen³⁾, auch Hussak führt sie neucstens an⁴⁾.

Die gröbere Beschaffenheit der Verwachsung gestattete hier wenigstens den sicheren Nachweis, dass der mit dem Albit verwachsene Kalifeldspath Mikroklin ist; die Structur lässt dies mehr nur vermuthen, denn ausgesprochene Gitter beobachtet man fast nie, die optischen Bestimmungen lassen jedoch keinen Zweifel übrig.

Was nun die Verwachsungsart selbst anbelangt, so wiederhole ich, dass die Gebilde im Ganzen häufig als Karlsbader Zwillinge erscheinen. Innerhalb derselben ist die Vertheilung der beiden Substanzen eine sehr wechselnde, bald in der Weise, dass äusserst unregelmässig contourirte Partien von abwechselnd Mikroklin und Albit mit ihren Längsentwicklungen genähert parallel oder doch im Sinne von $M(010)$

¹⁾ Einem Theile obiger Auslöschungsbestimmungen fehlt, mangelnder Prismenpaltrisse oder Kanten wegen, der Sinn der Richtung. Aus einer Einzelbeobachtung, die mit einem solchen Mangel behaftet ist, dürfte man nun keineswegs auf die Art des Feldspathes schliessen. Wenn aber in einer Reihe von Bestimmungen, bei sonst völliger Gleichheit der übrigen Erscheinung, ein sicherer Schluss auf die Richtung bei einem Theile möglich ist, so scheint es mir erlaubt bei dem anderen, aus gleich starker Schiefe der Auslöschung zweier verwachsener Feldspatbarten auch auf den Sinn rückschliessen zu dürfen.

²⁾ a. a. O. S. 196—200.

³⁾ Schon Mayer erwähnt, dass mit dem Orthoklas ein wenig Plagioklas vergesellschaftet ist (Untersuchungen über die Gesteine des St. Gotthardtunnels Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. 1879 Bd. 30, S. 14). Noch deutlicher scheint dies aus den Untersuchungsergebnissen Sjögrön's hervorzugehen, über die Stapff eine kurze Mittheilung machte (ebenda Bd. 31, 1878, S. 619 und 620); Mikroklin und Plagioklas werden da häufig in einem und demselben Gesteine neben einander angeführt.

⁴⁾ Mineral. u. petrogr. Notizen aus Steiermark. Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanst. 1884, Nr. 13, S. 244—246.

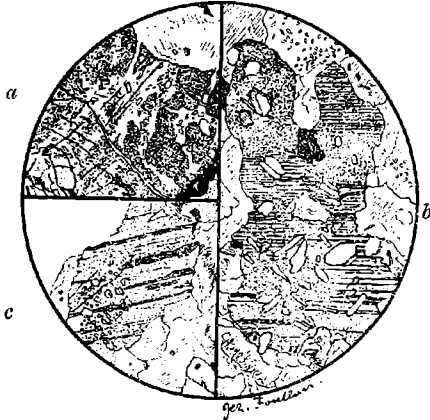
neben einander verlaufen; in diesem Falle scheint der Albit seltener für sich wieder zwillingslamellirt. Oder die Längsentwicklung verläuft genähert dem Sinne von (100), also die einzelnen Substanzen setzen in geschlossenen Partien quer durch das Korn, dann erscheint der Albit immer fein zwillingslamellirt. Dementsprechend erhält man in Spaltstückchen parallel M im ersteren Falle vorwiegend die eine oder die andere Substanz, die Menge der zweiten entspricht nur den seitlichen unregelmässigen Fortsätzen der Hauptpartien und ist demnach auch ganz unregelmässig geformt. In diesem Falle entspricht auch manchmal die vollkommene Spaltbarkeit M . In der zweiten Ausbildungsweise erscheinen Mikroklin und Albit in Streifen parallel der c -Axe, derlei Körner spalten sowohl nach P als nach M nahe gleich schlecht, wie denn überhaupt die Herstellung der Präparate, der vielen misslingenden Versuche wegen, eine zeitraubende und schwierige ist und einer geübten Hand bedarf. Ausserdem gewahrt man oft 3—4 Spaltflächen an einem Korn, was von der Verwachsung verschieden orientirter Individuen herrührt, und es erfordert die grösste Aufmerksamkeit, um Blättchen von einem Individuum nach den zwei verschiedenen Spaltrichtungen zu erhalten.

Wie schon bemerkt, herrscht der Albit im Allgemeinen vor. Die Substanz des Mikroklin erscheint in Folge massenhafter winziger Einschlüsse stark getrübt, jene des Albit ist klarer und enthält grössere Interpositionen. Local tritt aber auch das umgekehrte Verhältniss ein, Mikroklin herrscht vor und Albit tritt stark zurück. Aus den Schliften allein lässt sich die Verwachsung zweier Feldspäthe nur vermuthen, zum Nachweis bedarf es unbedingt der Spaltblättchen und Präparate. Da die Körner in der beschriebenen Ausbildungsweise mit M parallel in den Gesteinsblättern liegen, ferner die Verwachsungsart mit Blättern von abwechselnd Albit und Mikroklin parallel M stark vorherrscht, die Präparate immer mehr entsprechend der Gesteinsabsonderung hergestellt werden müssen, weil sie sonst zerfallen, so sieht man in Schliften auch meist nur entweder den Mikroklin mit sehr schwach angedeuteter Gitterstructur oder ein Blatt Albit, ab und zu beide in ganz unregelmässigen Partien neben einander, so dass man weit eher an nicht orientirte Verwachsung zweier Individuen als an eine gesetzmässige zweierlei Feldspathe denkt.

Einschlüsse. Wie schon bemerkt, enthält der Mikroklin massenhafte winzige Blättchen eingeschlossen; über ihre Natur lassen sich nur Vermuthungen aufstellen, wenigstens zum grössten Theile möchte ich sie für Kaliglimmer halten. Eine Entscheidung, ob diese Blättchen als primäre Einschlüsse oder als Neubildungen anzusehen sind, ist mit Sicherheit ebenfalls nicht zu treffen, ich neige entschieden zur ersteren Ansicht. Sicher sind aber die fremden Minerale im Albit primäre Interpositionen; es wurde ebenfalls schon erwähnt, dass sie hier in weit geringerer Zahl vorhanden, aber viel grösser sind. Ganz ausnahmsweise erfüllen sie auch mindestens 25 Proc. des Raumes der Schnittfläche. Fig. 2a stellt einen Schnitt verwachsener Feldspathe aus einem Gesteine des Profils von Rautz (Punkt I_b) dar. Die Zeichnung ist mit theilweiser Zuhilfenahme polarisirten Lichtes ausgeführt. Der durch Punktirung dunkler gehaltene Theil entspricht dem Mikroklin, welcher im gewöhn-

lichen Lichte unter dem Mikroskop einen ähnlichen Farbenton hat, der aber einen Stich ins Braune besitzt. Auch scheinbar in ihm sieht man einzelne grössere Einschlüsse, doch

Fig. 2.



gehören sie, wie Auslöschungsversuche zeigen, wohl unterlagerndem Albit an. Der licht gelassene Theil ist Albit und anstossender Quarz, der hier durch die reihenförmigen Hohlräume und Einschlüsse charakterisirt ist. Letztere kommen, wenn auch selten, im Feldspath ebenfalls vor.

Ein zweites Beispiel über die Vertheilung weniger, grösserer Einschlüsse sei einer Gesteinsprobe aus dem Tunnel 73 Meter vom provisorischen Ostportal entnommen. Fig. 2b stellt den, äusserst feine Zwillingslamellen enthaltenden Albitschnitt dar. Die hier als

Leisten erscheinenden Einschlüsse sind nichts anderes als ziemlich flächenreiche flache Krystalle, deren Symmetrieebene senkrecht auf der Zeichenebene steht. Besonders auf die rechts unter der Mitte und links oben in der Figur sichtbaren Krystalle erlaube ich mir aufmerksam zu machen, es sind typische Formen des Epidot, wie er weiter unten beschrieben werden wird. Die Anordnung der Einschlüsse nach dem aufrechten Prisma zeigen die Fig. 1a und c.

Als drittes Beispiel Fig. 2c wähle ich einen Schnitt aus einer Tunnelgesteinsprobe 1372 Meter vom provisorischen Ostportal, sie zeigt die locale Anhäufung grösserer Einschlüsse, die aber sonst in der Regel mehr central liegt. Auch hier gibt es Formen, die an den Epidot erinnern.

Die Vertheilung und Menge der Einschlüsse ist natürlich eine wechselvolle, die gegebenen Beispiele entsprechen aber dennoch den bemerkbaren, immer wiederkehrenden Principien. In orientirten Spaltblättchen gewahrt man übrigens nicht selten, dass ein Theil der eingelagerten Minerale parallel dem aufrechten Prisma oder der basischen Endfläche angeordnet ist.

Mit Ausnahme des selten eingeschlossenen Biotit und ab und zu vorkommender Erze sind die übrigen Einschlüsse farblos oder fast farblos. Leichter ist der Kaliglimmer durch seine bekannten Eigenthümlichkeiten unter den übrigen zu erkennen, sein Vorkommen ist höchst unregelmässig, theils überwiegt er, theils ist wenig vorhanden, er fehlt aber auch ganz. Am auffallendsten ist ein stark lichtbrechendes Mineral, das namentlich in den Individuen, deren Symmetrieebene parallel zur Mikroskopaxe steht, einen schwachen Stich ins Grüne besitzt. Ich halte dieses Mineral für Epidot und werde unten noch darauf zurückkommen.

Von Wachsthumerscheinungen lässt sich wenig sagen. Eigentlicher zonaler Aufbau ist nicht zu beobachten, auch die cen-

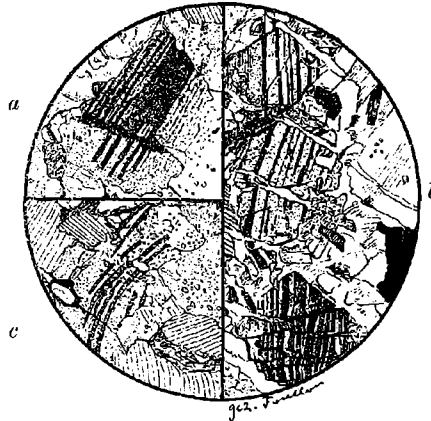
tralen Anhäufungen der Einschlüsse haben keine, auch nur genähernten krystallinomen Begrenzungen, wie dies beispielsweise Kalkowsky erwähnt¹⁾. Die massenhaften Einschlüsse und der Mangel jeder Formenentwicklung weisen wohl mit aller Deutlichkeit auf äusserst kümmerliche Verhältnisse während der Krystallisation hin, die hauptsächlich in geringer freier Beweglichkeit der Substanzen bestand. Vielfach sieht man zerbrochene Individuen, bei denen die Anordnung der Zwillinglamellen links im unteren Theile nicht fort. Die Bruchstelle ist wieder mit Feldspathsubstanz verkittet, die nun aber nicht gleichmässig auslicht. In Fig. 3 b sind mehrere Schnitte zerbrochener Feldspathe gezeichnet, sie gehören einem Präparate an, das aus einer Probe

40 Meter vom provisorischen Ostportal hergestellt wurde. Endlich kommen auch gebogene Krystalloide vor, wie Fig. 3 c zeigt. (Tunnel 385 Meter vom provisorischen Ostportal.)

Glimmer. a) Muscovit. Ueber diesen ist nicht mehr viel mitzutheilen, er schmilzt an den Kanten leicht zu einem grauen Email und besitzt den charakteristischen grossen Axenwinkel. In Schliften erscheint er farblos. Abgeschuppte Blättchen sind lichtgrau, oft mit einem Stich ins Violette. Kleinschuppige Aggregate bildet er hier nur ausnahmsweise, in der Regel kann man mit freiem Auge oder ganz schwachen Vergrösserungen die einzelnen Individuen unterscheiden. Er ist selten ganz frei von Einschlüssen, was weniger gut in Schliften als in abgeschuppten Blättchen zu sehen ist. Der häufigste Begleiter ist Biotit, mitunter in reizenden sechsseitigen Krystallen. Nur ab und zu sind sie frisch und braun (z. B. im Steinbruche von St. Anton), sonst meist grün in beginnender Zersetzung. Ausserdem lassen sich winzige farblose Epidotkryställchen, Zirkon, beide selten, kohlige Substanzen und endlich grüner Epidot als Einwanderung von Biotit nachweisen. Schlauchförmige Hohlräume sind häufig.

b) Biotit. Derselbe fehlt wohl nie ganz; wenn er auch seiner Menge nach eine sehr geringe Bedeutung erlangt, so erregt er insoferne

Fig. 3.



¹⁾ „Ueber den Salit als Gesteinsgemengtheil.“ Tschermak's mineral. Mitth. 1875, S. 45—50. Darin S. 49.

ein Interesse als er fast niemals frisch zu sehen ist. Im unveränderten Zustande ist er braun, wie man namentlich dort gewahrt, wo er als Einschluss im Feldspath oder Muscovit erscheint. In den weitaus meisten Fällen zeigt er grüne Färbung, die immer mit Neubildungen verbunden ist. Die letzteren stellen gelbe Nadeln und Aggregate dar, die die Tendenz zur Anordnung unter 60° , respective 120° besitzen und so ein die Pseudomorphosen durchsetzendes Netzwerk bilden. Die Umwandlungsproducte aus dem Glimmer sind einerseits ein meist lebhaft pleochroitischer Chlorit und gelber Epidot. Die Kryställchen des letzteren sind oft sehr scharf ausgebildet und besitzen langsäulenförmigen Habitus; Körner sind selten.

Das Resultat der Pauschalanalyse des oben bezeichneten Materials ergab folgendes Resultat:

Kieselsäure	75.74	Proc.
Eisenoxyd	1.78	"
Thonerde	14.24	"
Magnesia	0.42	"
Kalk	0.91	"
Natron	4.25	"
Kali	2.52	"
Glühverlust	0.70	"
	<hr/>	
	100.56	

Zur Analyse wurden 0.998 Gramm, zur Alkalienbestimmung 1.4984 Gramm verwendet. Beim Aufschliessen zeigte sich eine Spur Mangan. Selbstverständlich müssten nach den vorhandenen accessorischen Mineralen Spuren von Titansäure, Schwefel, Phosphorsäure und Zirkonerde etc. nachweisbar sein, worauf ich aus naheliegenden Gründen verzichtete.

Die angeführte Zusammensetzung lehrt, dass nicht über 41 Proc. Quarz vorhanden sein können, eine Menge, die man höher schätzen würde. Rechnet man den ganzen Natrongehalt dem Albit zu, so würden circa 36 Proc. dieses Minerals resultiren, 2 Proc. Kali gäben nahezu 12.5 Proc. Orthoklassubstanz, der Rest des gefundenen Kalis circa 3 Proc. Muscovit, Mengenverhältnisse, die mit dem Befunde insoweit übereinstimmen, als erfahrungsgemäss auch reine Mikroklinsubstanz etwas Natron enthält und hiedurch das angeführte Verhältniss zu Gunsten dieser etwas verschoben wird. Selbstverständlich ist ein Theil des Kalkes dem Plagioklas zuzurechnen. Aus diesen Mengen resultiren aber nur circa 11 Proc. Thonerde, was gegen die gefundenen 14.24 Proc. sehr erheblich differirt. Die ausgewiesenen Mineralmengen, der Thonerderest und Glühverlust würden nur circa 97 Proc. geben. Begründet ist diese Differenz theilweise in den Methoden, denen zufolge die Thonerde leicht etwas zu hoch, die Alkalien zu niedrig gefunden werden, ferner in der Vertheilung der Alkalien als Grundlage zu obigen Berechnungen, die ja ziemlich willkürlich erfolgen muss, und in der Vernachlässigung des Kalkes, der einen hohen Thonerdegehalt im Plagioklas erfordert. Endlich wird auch der massenhaft als Einschluss und Neubildung vorkommende Epidot zu dessen Steigerung beitragen. Es mag auch be-

ginnende Zersetzung in den Feldspathen zu dem Missverhältnisse Veranlassung geben; auf diese scheint der Glühverlust hinzuweisen, der in der Höhe von 0.70 Proc. in dem vorhandenen Muscovit, Epidot und Chlorit allein nicht begründet sein dürfte.

Das Eisen muss wenigstens zum Theile als Oxydul vorhanden sein — wohl in dem Chlorit — weil sich das fast rein weisse Pulver nach dem Glühen röthlich färbt.

Der geringe Kalkgehalt beweist die Abwesenheit nennenswerther Mengen von Anorthitsubstanz im Plagioklas, jener der Magnesia, dass die massenhaft im Feldspath enthaltenen Einschlüsse nicht Salit sein können, da er wohl von dem vorhandenen Biotit absorbiert wird.

Diese scheinbar spröden Gesteine zeigten in den Tunnelaufschlüssen vielfache Biegungen, die freilich oft mit Knickungen verbunden waren, an die sich auch eine vollkommene Zermalmung anschliesst.

Sehr schöne Biegungen, wobei die Bugstellen völlig frei von Knickungen sind, sieht man circa 15 Meter unter der südlichen Spitze der Arlbergalpe. Die 1—2 Centimeter dicken Gesteinsblätter sind hier auf eine ziemlich lange Erstreckung um 90 und mehr Grade gebogen, ohne auch nur Spuren von Brüchen oder Aufblätterungen zu zeigen.

Accessorische Minerale und Varietäten.

Der oben beschriebene Gesteinstypus ist der verbreitetste und bildet die Hauptmasse, accessorische Minerale sind hier selten, es ist fast nur farbloser Epidot, der häufiger erscheint, hie und da sieht man ein Zirkoniindividuum, Rutil fehlt so gut wie ganz. In der Nachbarschaft der ausgesprochenen Zweiglimmergneisse treten öfter Granate auf (z. B. Profil von Rautz, nahe der Strasse, Punkt I₁ und I₃). Auch Apatit lässt sich hier nachweisen (Profil von Rautz I₅). Der Turmalin tritt nur an einzelnen Punkten und dann gewöhnlich in grösserer Menge auf (z. B. Profil von Rautz IV₁). Die Säulen erhalten eine bedeutende Länge, man sieht sie schon mit freiem Auge, namentlich im Tunnel wurden grosse, bis 10 Centimeter lange, dicke, tiefschwarze solche, auch ganze Nester öfter, gefunden. In einem Schlicke (Tunnel, 1056 Meter vom provisorischen Ostportal) sind ein paar braune Säulchen, die ich für Staurolith halte. Allenthalben treten auch Erze in geringer Menge auf (Schwefelkies, Magnetkies) und, wie man an der Umwandlung deutlich sieht, Titaneisen.

Der Muscovitgneiss bildet nicht viele Varietäten, die erstens durch die Mengen der einzelnen Minerale und zweitens durch deren Grössenverhältnisse bedingt werden. Solche, die so recht eigentlich durch Verschiedenheiten in der Structur begründet sind, spielen eine untergeordnete Rolle. Eine sehr beträchtliche Anreicherung des Quarzes lässt sich nicht beobachten, hingegen kommen grössere, flach linsenförmige und unregelmässige Ausscheidungen im Gesteine selbst öfter vor. Häufiger ist eine Zunahme des Muscovitgehaltes, die Gesteine werden dann dünnschieferiger, um endlich in Glimmerschiefer überzugehen.

Wo die Feldspathe sehr gross werden, macht sich die Tendenz zur Bildung von „Augen“ geltend, die Erscheinung ist in der Regel

auf ganz geringe Ausdehnung im normalen Typus beschränkt; ein selbstständiges Gesteinsblatt bildet sie an dem bereits angeführten Punkte an der Arlbergstrasse (Profil Baggethal, Punkt VI₂).

Durch fleckenweise Ansammlung feinschuppiger Glimmeraggregate erhalten die Gesteine ein eigenthümliches Aussehen (so z. B. Profil St. Christoph, Punkt X₂, Nordufer des Maiensees — im Tunnel wurden sie ebenfalls beobachtet).

Schiefergesteine.

a) Muscovitschiefer. Den Typus eines Glimmerschiefers stellt ein wenige Meter mächtiges Blatt dar, welches bei 3028 Meter vom provisorischen Westportal überfahren wurde. Es besteht aus abwechselnden Lagen von Muscovit und Quarz, haselnussgrosse Granate bilden starke Auftreibungen. Das letzte Mineral bietet durch seine Ausbildung ein besonderes Interesse, es ist mit Quarz verwachsen und sendet gewissermassen Arme in den letzteren. Fig. 8a, pag. 74 zeigt eine solche Verwachsung in circa doppelter Vergrösserung. Der farblos gelassene Theil ist Quarz, der von vielen Sprüngen durchzogene lichtrother Granat mit Erzeinschlüssen. Der Schiefer führt noch hirsekorn-grosse gelbe Epidotkörner und Säulen. An dem äusseren Umfange des Granat hat bereits Chloritbildung begonnen, die sich weiter in den Muscovit zieht.

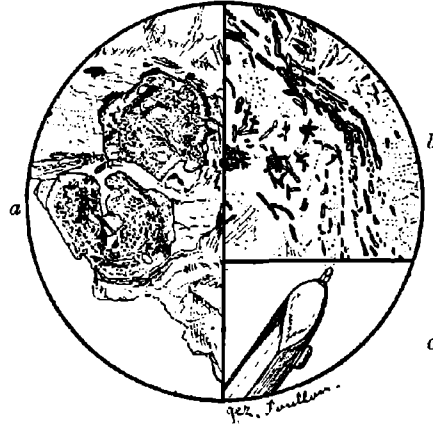
Derlei Gesteinsblätter sind selten beobachtet worden, über Tags findet man sie gar nicht, vermuthlich ihrer leichten Desaggregation wegen, die an ihren Ausbissen Mulden entstehen lässt, welche bald mit Humus ausgekleidet und überwachsen werden. In St. Anton wurden sie z. B. bei 2818 und 4271 Meter vom provisorischen Ostportal überfahren. Quarz und Glimmer sind nicht mehr strenge in besondere Lagen getrennt, sondern mehr gemengt, ersteres Vorkommen weist viele dunkle Flecken auf. Unter dem Mikroskop sieht man, dass diese Gesteine eine sehr wechselnde Zusammensetzung besitzen, einerseits sind es typische Muscovitschiefer, in anderen Theilen tritt der Kaliglimmer sehr zurück und Biotit an seine Stelle. Auch die Vertheilung der accessorischen Minerale ist sehr ungleich. So enthält ein Schriff des Gesteines 4271 Meter vom provisorischen Ostportal Andalusit, der durch seinen Dichroismus (farblos, fleischroth) nicht zu verkennen ist. Ferner Staurolith in schlecht ausgebildeten Krystallen, die ausserdem mit Erz associirt und von diesem verdeckt sind (nach den Verwitterungsproducten des letzteren zu urtheilen, Titaneisen). Farbe, Spaltbarkeit, Auslöschung und lebhaft polarisationsfarben charakterisiren auch dieses Mineral. Endlich kommen in einzelnen Schriffen beider Punkte dünne lange und dicke kurze Säulen eines tief ölgrün gefärbten Mineralen vor. Besieht man es mit starker Vergrösserung, so gewahrt man an einzelnen Individuen die charakteristische scharfe Zuspitzung des Akmit, für den auch die Farbe spricht. Die Auslöschung ist gerade, was bei der Lage der Krystalle, in welcher die scharfe Zuspitzung hervortritt, natürlich, weil die breite sichtbare Fläche r (100) entspricht; der Pleochroismus ist unbedeutend, und endlich sieht man eine Absonderung, die einer Pyramide oder einer Fläche (okl) oder (hol) entspricht, lauter Eigenschaften,

die nicht gegen Akmit sprechen. Zahlreiche andere Schriffe enthalten weder Andalusit, noch dieses Mineral, dessen Natur sich aus dem vorliegenden Material allerdings nicht mit Sicherheit bestimmen liess. Interessant ist dessen Vorkommen in Pseudomorphosen nach Granat (2918 Meter vom provisorischen Ostportal), in denen vielleicht mehrere tausend gelegen haben mögen. Der Granat ist vollständig in sehr lichtgrün gefärbten Chlorit umgewandelt und in ihm liegen die langen Säulchen, die man gewiss für Rutil ansehen würde, wäre man nicht durch die weit grösseren Individuen im benachbarten Quarz aufmerksam geworden. Fig. 4a zeigt zwei Pseudomorphosen in circa doppelter natürlicher Grösse. Die dunklen kurzen Striche entsprechen dem allgemeinen Verlauf der eingeschlossenen Nadelchen, die aber stärker gehalten, weil sie mit freiem Auge kaum sichtbar sind. b gibt ein Detail der Anordnung in stärkerer (circa 60facher) Vergrößerung. c ist ein Individuum aus dem Gesteine von 4271 Meter vom provisorischen Ostportal, bei starker Vergrößerung (circa 800-fach) gezeichnet, welches die steile Zuspitzung einseitig zeigt. In einem zweiten Schriffe des Gesteines von 2818 Meter vom provisorischen Ostportal, welches der biotitführenden Ausbildung entspricht, sind die Granate meist frisch, auch hier sieht man, wohl nur in geringer Zahl, in ihnen das fragliche Mineral. Die Veränderung der Granate wird besonders besprochen werden.

Die biotitführende Ausbildung der Probe von 4271 Meter vom provisorischen Ostportal enthält einen leider schief geschnittenen herzförmigen Zwilling, wie sie beim Rutil so häufig sind. Er ist fast farblos und zeigt die so charakteristischen lebhaften Polarisationsfarben des Zirkon (purpurroth und grünlichblau), wofür ich die Substanz entschieden halte. Die Geschichte der Erkenntniss und Unterscheidung des Rutil und Zirkon in Gesteinen ist ja noch allerseits in so frischer Erinnerung, dass ich mich wohl einfach mit der Constatirung der beobachteten Thatsache hier begnügen kann.

In der von St. Anton aus betriebenen Tunnelstrecke sind häufig Gesteinsblätter überfahren worden, die durch ihren Fettglanz sofort auffallen. Sie sind blättrig (mit circa 1—2 Millimeter dicken Blättern), lassen sich leicht in nicht sehr ebene Tafeln spalten und besitzen eine grünliche bis graue Farbe. Muscovitschüppchen, die als solche noch deutlich kenntlich, sind auf den Trennungsfächen verstreut. Die grünlichen Stellen greifen sich fettig an und lassen Talk vermuthen. Das Löthrohr bringt keine sichere Entscheidung, weil derlei fettige Partien vom Quarz nicht zu trennen sind, und auch unzweifelhaft der Quarz selbst stellenweise das gleiche Aussehen besitzt. Unter dem Mikroskop

Fig. 4.



erscheinen häufig dichte, weisse Aggregate winzigster Blättchen, die lebhaft Polarisationfarben zeigen, was ebenfalls für Talk sprechen würde. Die hier folgenden analytischen Bestimmungen, die an einer typischen Probe von 70 Meter vom provisorischen Ostportal ausgeführt wurden, beweisen aber, dass diese Aggregate nicht Talk, sondern Glimmer sein müssen.

0.9984 Gramm ergaben:

Kieselsäure .	·	0.7752	Gramm
Eisenoxyd	·	0.0163	"
Thonerde		0.1189	"
Magnesia		0.0352	"
Kalk . .		0.0030	"
Glühverlust .	·	0.0288	"
		<hr/>	
		0.9774	Gramm

Diese Zahlen sprechen so deutlich, dass ich eine Alkalienbestimmung zum Zwecke der Constatirung, ob Talk oder Glimmer, für überflüssig erachtete.

Accessorisch ist farbloser Epidot häufig, sonst fehlen andere Minerale beinahe vollständig. In fast farblosen, aus grösseren Schuppen bestehenden Aggregaten gewahrt man aber auch schwach gelbliche Epidotsäulchen, die jene Anordnung zeigen, wie dies oben bei der Umwandlung des Biotit angeführt wurde, es liegen hier also theils Neubildungen nach Biotit vor, theils ist die Umwandlung erst bei starkem Ausbleichen des braunen Biotit angelangt, und somit auch der oben angeführte Magnesiagehalt begründet. Das Eisen ist jedenfalls wenigstens zum grösseren Theile als Oxydul vorhanden, weil das weisse Pulver nach dem Glühen bräunlichroth wird, es gehört dieses dem neugebildeten Chlorit an.

Die Menge des vorhanden gewesenen Biotit ist sowohl nach dem ausgewiesenen Magnesiagehalt und nach dem Befunde in Schliften nicht gering gegenüber den Muscovitaggregaten. Nichtsdestoweniger schliessen sich diese Schiefer doch den Muscovitgneissen ihrem ganzen Habitus nach weit besser an als den Zweiglimmergneissen, umsomehr, als man ab und zu der Verwachsung von Mikroklin und Albit begegnet.

Biotitgneiss.

Dieser ist der Menge nach als Hauptgestein zu betrachten, er liefert zahllose Varietäten, die in gewissen Richtungen zu den Extremen führen. Dass trotzdem durch alle ein gemeinschaftlicher Zug geht, ist sofort begreiflich, wenn man sieht, wie auf geringen Erstreckungen, oft auf einer Spanne Breite das eine Extrem in das andere übergeht. Es kann sonach eine zusammenfassende Uebersicht an die Spitze gestellt werden, umsomehr, als fast überall auch der accessorische Granat auftritt.

Von der Structur muss wohl vorerst abgesehen werden, weil sie ausserordentlich wechselnd ist, doch walten fein- und dünnblättrige Ausbildungswesen vor. Demgemäss ist das Korn klein, die grössten Dimensionen überhaupt erreichen die Granate. Die dünnblättrigen Varietäten,

welche leicht „schiefern“, d. h. deren einzelne Blätter sich verhältnissmässig leicht trennen, sind häufig „knotig“. Die Knoten sind selten grösser als eine Erbse oder ein Hanfkorn, sie werden theils von Granat, theils von Feldspathkrystalloiden gebildet. Glänzende Spaltflächen bei letzteren sind aber nur vereinzelt sichtbar, was wieder von den massenhaften Einschlüssen herrührt.

Die Bestandtheile würden sich im Allgemeinen der Menge nach folgendens an einander reihen: Quarz, Feldspath, Biotit, Granat. Diese Reihenfolge ist keineswegs durchgreifend, wenn auch der Quarz weitaus in den meisten Vorkommen an der Spitze steht, so vertauscht er doch mit Granat oder Feldspath seine Stelle, local tritt Biotit an die zweite, Feldspath an die letzte u. s. w. Fast nirgends fehlt der Muscovit, meist ist seine Menge sehr gering, in manchen Fällen wächst sie, namentlich auf den Schieferungsflächen, in erheblicherer Menge an, so dass diese Varietäten schon als Zweiglimmergneisse zu bezeichnen wären.

Demgemäss wechselt auch die Farbe der Gesteine, im Allgemeinen ist sie aber durch den Biotit bedingt: braun. Wo dieser ausbleicht oder mehr Muscovit hinzutritt, wird sie lichtgrau, grüngrau, bei Gegenwart von kohliger Substanz blaugrau u. s. w.

Bezüglich der einzelnen Bestandtheile ist über den Quarz nichts anderes zu sagen, als was bereits beim Muscovitgneiss angeführt wurde, nur sind hier die Dimensionen weit kleiner.

Der Feldspath tritt makroskopisch wenig hervor, ja man muss sich hüten, von auftretenden spiegelnden Flächen auf ihn zu schliessen, namentlich dann, wenn selbe recht glänzend sind, sie gehören in solchen Fällen fast ausnahmslos dem Quarz an. Die Feldspathspaltflächen sind entweder matt oder schwach seidenglänzend und grössere verlaufen fast immer stufenförmig.

Bei solchem Material gestaltet sich die optische Untersuchung recht misslich; aus hanfkorngrossen, ungemein einschlussreichen Krystalloiden Spaltblättchen nach zwei Richtungen zu erhalten, gelingt unter zwanzig Fällen kaum einmal, Es müssen viele Handstücke zerschlagen werden, um überhaupt Feldspathkörner zu erhalten, und von diesen gelang es wohl häufiger nach einer Richtung Präparate herzustellen, nach beiden Richtungen nur in drei Fällen.

Das Ergebniss war folgendes:

Feldspath aus einer Gesteinsprobe aus dem Tunnel 2706 Meter vom provisorischen Westportal.	
Natürliches Spaltblättchen auf <i>M</i>	+ 19·5°
„ „ „ <i>P</i>	+ 3·5°
Feldspath aus einer Gesteinsprobe vom linken Thalgehänge unterhalb Stuben vis-à-vis dem „Passür“.	
Spaltblättchen parallel <i>M</i> , auf die natürliche Spaltfläche aufgelegt und geschliffen. Der Sinn der Auslöschungsrichtung konnte mangels des aufrechten Prisma nicht mit Bestimmtheit erkannt werden	19·5°
Spaltblättchen parallel <i>P</i> , wie oben behandelt	+ 5·5°

Feldspath aus einer Gesteinsprobe des Tunnels 3386 Meter vom provisorischen Ostportal.

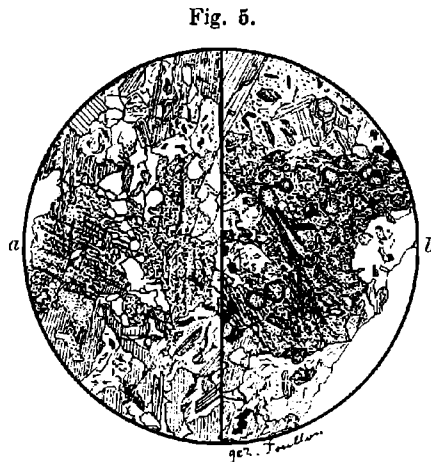
Spaltblättchen, einseitig angeschliffen, parallel M 19°
parallel P (reichlich zwillingslamellirt) $+ 4^{\circ}$

Aus diesen Bestimmungen geht hervor, dass der untersuchte Feldspath Albit ist. Alle jene Blättchen, wo nur eine Spaltbarkeit benützt, eine zweite meist gar nicht aufgefunden werden konnte, gaben Werthe, die entweder für P oder M des Albit sprechen. Auch in den Schlifften wurden keine Beobachtungen gemacht, welche für das Auftreten eines andern Plagioklas sprechen würden. Allerdings kommt ein zweiter Feldspath ab und zu, namentlich in grösseren Ausscheidungen, vor, z. B. bei der Dynamitfabrik auf der Arlbergalpe; dieser ist nach den vorgenommenen Bestimmungen Orthoklas.

In Schlifften sieht man wieder die deutlichsten Anzeichen der gleichzeitigen Bildung der constituirenden Minerale, einschliesslich des Granat. So wie Zirkel gewisse Noseane als „Schatzkästlein“ bezeichnet hat, schliessen hier die Feldspathe alle sonst vorkommenden Minerale ein; dies und der gänzliche Mangel einer Formausbildung, mit Ausnahme beim Granat, weisen auf das fortdauernde Wachstum von Feldspath, Quarz und Glimmer bis zur völligen Erschöpfung des Raumes.

Trotz der massenhaften Einschlüsse ist regelmässige Zwillingsstreifung nicht gerade selten, namentlich bei ganz kleinen Individuen. Bei grösseren ist sie meist fein und nur auf einen geringen Theil der Krystalloide beschränkt. Oft fehlt sie in einer Reihe von Schlifften ganz, was wohl mit der auch hier vorkommenden orientirten Lage in den Gesteinsblättern im Zusammenhange steht.

Ueber die Art der Lagerung des Feldspathes gegen Quarz und Glimmer gibt Fig. 5a ein Beispiel. Dasselbe ist einem Biotitgneiss des Profils von Baggenenthal (Punkt IV, entnommen, der sehr quarzarm ist, wenig Muscovit, kleine Granate und kohlige Substanz enthält. Der weiss gelassene Theil entspricht Quarz, der parallel schraffierte Biotit und der Feldspath ist durch die Einschlüsse charakterisirt. Namentlich die von Becke angeführte, bereits citirte fenstergitterartige oder hier fast immer einfach verlaufende Streifung ist häufig zu sehen. Es lässt sich im vor-



liegenden Falle leicht nachweisen, dass sie von Einschlüssen herrührt. Sonst sind Glimmer, Quarz und Granat nebst kohligter Substanz Gäste im Feldspath.

Sehr reich an eigenthümlichem Granat ist der Feldspath einer Probe 116 Meter vom provisorischen Westportal, wie ihn Fig. 5b

darstellt. Nebst Granat ist noch Rutil häufig, namentlich in sehr kleinen, schnurartig an einander gereihten Kryställchen, die in die Zeichnung, der Kleinheit wegen, nicht mehr aufgenommen werden konnten. Biotit, namentlich Quarz, sind hier spärlicher vertreten; viele kleine Glimmerfetzchen sind in der Figur weggelassen. Die feine Punktirung ist zur Charakterisirung der Feldspathsubstanz eingetragen. Der Gneiss selbst ist reich an Muscovit, schon ein Zweiglimmergneiss.

In einzelnen Blättern als Zweiglimmergneiss, in anderen als Biotitgneiss entwickelt ist das Gestein des Profils von Baggenthal (Punkt X₃). Ein Feldspath daraus ist in Fig. 6 a dargestellt. Er ist reich an den in Schliften linear angeordnet erscheinenden Einschlüssen, die zu trüben Streifen vereinigt sind und hier Schnitten von einschlussreichen Ebenen entsprechen, die parallel einem aufrechten Prisma verlaufen. Ausserdem finden sich häufig jene Kryställchen, die ich dem Epidot zuzähle. In der Zeichnung sind viele kleine Glimmerblättchen und trübe Stellen weggelassen.

Fig. 6.

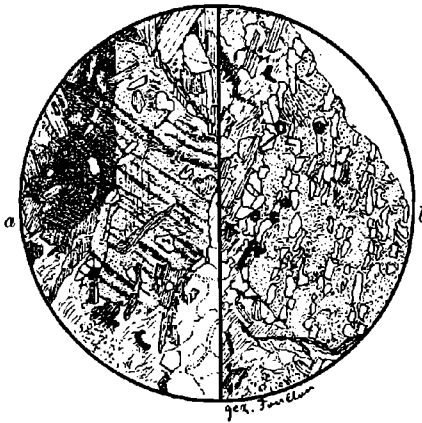


Fig. 7.

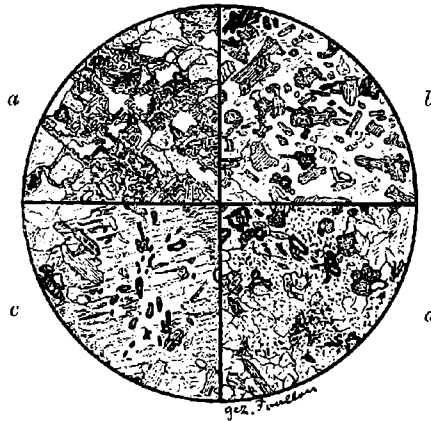


Fig. 6 b zeigt einen Feldspath (circa 20mal vergrössert) eines Gesteines vom Profil Baggenthal (Punkt III₂), dessen Biotit fast ganz in Chlorit umgewandelt ist. Die in der Zeichnung weiss erscheinenden, unregelmässig begrenzten Körner innerhalb der punctirten Feldspathsubstanz sind Quarz. Absichtlich wurde „Körner“ gesagt, weil hier keine pegmatitische Verwachsung vorliegt, sondern wirklich zahlreich, verschiedenst orientirte Quarzindividuen eingeschlossen sind. Auch hier kommen Granat, Epidot und Glimmer als Gäste hinzu.

Der Mikropegmatit tritt übrigens in diesen Gneissen auch nicht selten auf. Sehr erwähnenswerth erscheint es, dass, wenn er einmal in einem Gesteinsblatt nachgewiesen, fast in jedem Präparat wiederzufinden ist, es müssen demnach bestimmte Bedingungen sein, die diese Verwachsung veranlassen.

Fig. 7 a stellt eine solche dar (circa 30mal vergrössert), sie ist einem Gesteine 200 Meter vom provisorischen Westportal entnommen. Glimmer, Granat und Rutil sind eingeschlossen.

Fig. 7b (circa 30mal vergrößert) vom Profil des Hoppelandtobel (Punkt I₁) zeigt massenhafte Glimmereinschlüsse, wenigstens ein Theil derselben ist gleich orientirt, nebstdem kommt viel Granat und Rutil hinzu. Der letztere ist an seiner dunklen Umrandung links oben kenntlich. Die Zeichnung ist im gewöhnlichen Lichte hergestellt, in welchem der in der Zeichnung weiss gebliebene Theil ziemlich homogen aussieht. Bei gekreuzten Nicols erweist er sich jedoch als eine sehr feine schriftgranitartige Verwachsung, so dass kaum 30 Proc. der Fläche Feldspathsubstanz sind.

Fig. 7c (circa 30mal vergrößert) vom Profil bei Rautz (Punkt V₃) zeigt links am Rande eingeschlossenen weingelben Epidot, der bis zu 1 Millimeter langen Säulen im Gestein in kleiner Menge auftritt. Sonst zeichnet sich dieses Feldspath-Individuum noch durch dichte „Streifung“ und Rutileinschlüsse aus. Bei gekreuzten Nicols lassen sich ausserdem viele Quarzkörner erkennen, während sonst hier Mikropegmatit vorwaltet.

Ungemein reich an kohlgiger Substanz, Rutil und Granat, und wie man im polarisirten Lichte sieht, an Quarzkörnern ist der in Fig. 7d gezeichnete Feldspath (circa 30mal vergrößert) aus einem Gestein des Profils von Rautz (Punkt VI₁).

Hiemit sind die wichtigsten Einschlüsse erschöpft, denn solche von Flüssigkeit sind sehr selten, ebenso Hohlräume, die keine sichtbare Ausfüllung zeigen.

Die Figuren zeigen deutlich, dass eine Anordnung der Einschlüsse nach Wachstumsperioden, also eine solche, wie man sie gewöhnlich als „zonal“ bezeichnet, nicht vorhanden ist, hingegen ist sie häufiger „orientirt“, und zwar meist nach einem aufrechten Prisma, was insbesondere von den staubförmigen Einlagerungen gilt.

Der Biotit bildet in den glimmerreicheren Varietäten grosschuppige Aggregate, in den glimmerarmen sind einzelne Individuen gleichmässig vertheilt. Im frischen Zustande zeigt er tiefbraune Farbe und einen sehr kleinen Axenwinkel. Er ist von allen vorhandenen Bestandtheilen derjenige, welcher zuerst der Umwandlung verfällt. Sie besteht jedenfalls in einem Verluste von Eisen, denn es tritt ein „Ausbleichen“ ein, später beginnt Chlorit- und Epidotbildung. Das letztere Mineral schiebt in langen, dunkel weingelben, spiessigen Säulchen an, welche die bekannte Anordnung unter 60 Grad oder in Garben und Büscheln zeigen. Besonders schön sieht man diese Umwandlung in Proben des Profils vom Ausserhoppelandtobel (Punkt I₂ und II₃). Ein Hinauswandern des Epidots aus den Glimmerpseudomorphosen in benachbarte Minerale ist nicht, auf Zwischenräume zwischen einzelnen Bestandtheilen nur sehr selten zu beobachten. In einem einzigen Falle (Profil von Rautz, Punkt III₂) scheinen Biotit und Muscovit parallel verwachsen zu sein, es kann aber auch bloss zufällige parallele Nebeneinanderlagerung sein. Sonst ist über den Muscovit nichts zu bemerken.

Ueber die chemische Zusammensetzung dieser Gesteine geben folgende zwei Bauschanalysen Aufschluss. Die mit I bezeichnete wurde von Herrn E. Drasche ausgeführt. Das hiezum verwendete Gestein stammt aus dem Tunnel 3386 Meter vom provisorischen Ostportal, es enthält vorwiegend Quarz und Feldspath, welches letzterer fast keine

Zwillingsstreifung, hingegen sehr häufig mikropegmatitische Verwachsung zeigt. Der in geringerer Menge vorhandene Glimmer ist beinahe ausschliesslich Biotit. Ansonst sind noch kleine, licht rosafarbene Granate, sehr wenig Rutil und Erz vorhanden.

Die Analyse II führte ich selbst aus, das Material hierzu war ein Zweiglimmergneiss 1138 Meter vom provisorischen Westportal. Diese Probe ist sehr reich an Glimmer, Biotit waltet vor. Ausserdem sind viele kleine lichtrothe Granate, wenig Rutil und etwas mehr Erz vorhanden. Zu den Bestimmungen dienten je 1 Gramm, zu jener der Alkalien 1½ Gramm.

Die Ergebnisse sind:

	I	II
Kieselsäure .	66.48 Proc.	64.18 Proc.
Eisenoxyd	6.70 "	7.75 "
Thonerde .	15.60 "	16.14 "
Magnesia	2.98 "	3.29 "
Kalk	2.72 "	1.63 "
Natron	3.03 "	3.14 "
Kali	1.55 "	2.46 "
Glühverlust	1.05 "	2.04 "
	<hr/> 100.11	<hr/> 100.63

In beiden Gesteinen ist das Eisen zum Theile als Oxydul vorhanden, weil sich die betreffenden Gesteinspulver beim anhaltenden Glühen schwach bräunen.

Da diese Gesteine Rutil enthalten, wurden selbe auch bezüglich des Gehaltes an Titansäure geprüft. In I wurde 1 Milligramm, in II 1.4 Milligramm als Titansäure erhalten. Da solche geringe Mengen Titansäure auf ihre Reinheit quantitativ nicht ohne sehr bedeutende Fehler geprüft werden können, so sind sie im obigen Befund der Menge nach nicht angeführt.

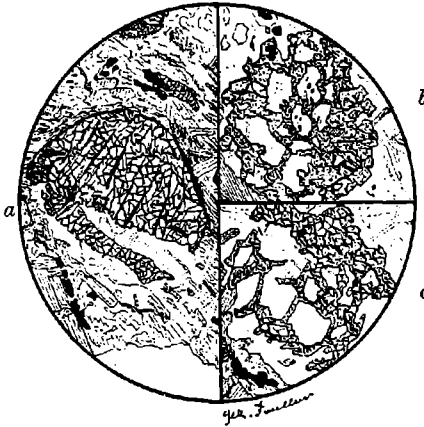
Es liessen sich aus den gefundenen Quantitäten der verschiedenen Bestandtheile natürlich unschwer einzelne Mineralmengen rechnen. Namentlich die Vertheilung der Alkalien müsste sehr willkürlich vorgenommen werden, da sie ja Orthoklas und Plagioklassubstanz, ausserdem den Glimmern entstammen, wonach das Rechnungsergebniss der subjectiven Wahl nach verschieden ausfallen würde und so wohl besser unterbleibt. Trotz der Verschiedenheit an Glimmergehalt stehen sich die Zusammensetzungen doch sehr nahe, der Glimmerreichtum kommt in II durch den höheren Gehalt an Magnesia und Alkalien zum Ausdruck. Der hohe Glühverlust ist zum Theile auf denselben Umstand, theils auf beginnende Chloritbildung (die in keiner Probe ganz fehlt) und auf die Anwesenheit kohlgiger Substanz zurückzuführen.

Accessorische Minerale. Wie wiederholt erwähnt, ist der Granat ein hier fast nirgends fehlendes Mineral, ja in gewissen Gesteinsblättern erreicht er eine sehr grosse Bedeutung, es ist demnach kaum gerechtfertigt, ihn als „accessorisch“ zu bezeichnen. Andererseits liegt aber in seiner stark wechselnden Menge und dem endlichen Fehlen vielleicht doch ein genügender Grund, ihn hieher zu stellen. Unstreitig ist er von allen in den beschriebenen und zu beschreibenden

Gesteinen das interessanteste Mineral. Seine Grösse ist sehr wechselnd, seltener ist er mikroskopisch klein, häufig hirsekorn- bis hanfkorn-gross, Erbsengrösse ist noch häufig, Dimensionen, die darüber hinausgehen, sind selten.

Der gänzliche Mangel jedweder Formausbildung der constituirenden Bestandtheile steht in eigenthümlichem Contrast zu der häufigeren guten Formentwicklung accessorischer Minerale. Zu den letzteren zählen in erster Linie Rutil, der nebst abgerundeten grösseren Individuen scharfe kleine Kryställchen oft besitzt. Ebenso treten die kleineren Granate fast ausnahmslos in gut ausgebildeten Krystallen auf. Da ausserdem beide Minerale häufig im Feldspath, ab und zu auch im Quarz als Einschlüsse erscheinen, so liegt die Annahme nahe, dass diese Minerale zuerst zur Bildung gelangten und so genügend Raum zur freien Ausbildung besaßen. Wenn das für den Rutil auch zugegeben werden kann, so ist dies beim Granat nicht der Fall.

Fig. 8.



Die in der Fig. 8a dargestellten Verhältnisse weisen darauf hin, wie, wenigstens in einer gewissen Periode des Wachsthum, gleichzeitige Krystallisation von Quarz und Granatsubstanz stattgefunden haben muss. Noch deutlicher erhellt dieses Verhältniss in den Figuren 8b u. c. Die hier gezeichneten netzartigen Ausbildungen des Granat entstammen quarzreichen Gneissvarietäten, erstere vom Profil bei Rautz (Punkt III₂), letztere vom Profil Baggenthal (Punkt X_d), beide in circa 30maliger Vergrösserung. Die von dem mehr weniger zusammenhängenden Granatskelett

eingeschlossenen und umfangenen Quarztheile gehören verschieden orientirten Individuen an. Hier kann für Quarz und Granat das gleichzeitige Wachstum nicht zweifelhaft sein.

Nebst dieser skelettartigen Ausbildung sieht man ab und zu körnige. Z. B. ist sehr lichtgefärbter Granat in dem quarzreichen Gneiss des Profils vom Hoppelandtobl (Punkt IV) fast nur in Körnern entwickelt, oft treten viele solche kleine zu einem Aggregat zusammen. In den meisten Fällen beobachtet man aber mehr weniger scharfe Rhombendodekaeder und dann auch manchmal zonalen Aufbau, d. h. neben einem deutlich unterscheidbaren Kern eine Randzone. Der Kern ist meist von kleinen, braun erscheinenden Pünktchen erfüllt, die sich bis zur Undurchsichtigkeit der Granatsubstanz anreichern, die helle Randzone ist davon frei oder doch sehr arm daran. Manchmal kehrt sich das Verhältniss um: der centrale Theil ist arm, eine oft den Rand nicht ganz erreichende Zone ist reich (z. B. die Granate im Feldspath, Fig. 5b). Nur selten sind sie in parallelen Zügen durch den ganzen Granat gleichmässig angeordnet (im selben Gestein). Der Farbe

nach würde man diese braunen Pünktchen für Rutil halten, auch Formen dieses Minerals lassen sich finden, obwohl sie meist ganz unregelmässig sind. Behufs eventuellen chemischen Nachweises wurde aus dem Tunnelgestein 116 Meter vom provisorischen Westportal der Granat mittelst der Thoulet-Goldschmidt'schen Lösung isolirt. Schon hiebei ergab sich ein Fingerzeig bezüglich der braunen Pünktchen, das specifische Gewicht betrug nämlich nur 2·99—3·00 für die schwereren, hirsekorngrossen Körner, die kleineren erreichten nur 2·92. Hiebei ist keine scharfe Grenze wahrnehmbar, in der Lösung vom specifischen Gewicht 2·92 bleibt ein grosser Theil suspendirt und nur ein geringer Theil sinkt unter. Wie die folgende Zusammensetzung zeigt, fehlt auch die Titansäure in quantitativ abscheidbarer Menge.

Kieselsäure	36·07	Proc.
Titansäure	Spur?	
Eisenoxyd	38·96	"
Manganoxydul	Spur	
Thonerde	20·31	"
Magnesia	3·33	"
Kalk	3·96	"
	<hr/>	
	102·63	

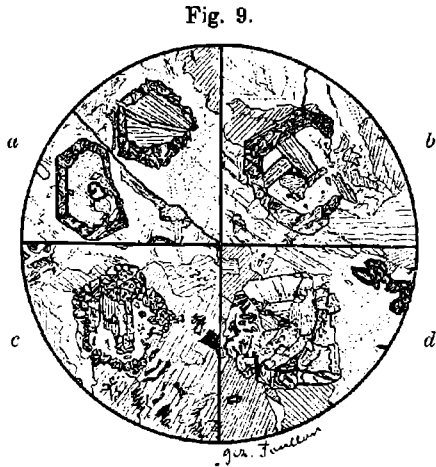
Das hier als Oxyd in Rechnung gestellte Eisen ist jedenfalls zum grossen Theile als Oxydul vorhanden, denn das Pulver färbt sich beim Glühen rothbraun und tritt erhebliche Gewichtszunahme ein. Auf diesen Umstand ist auch die bedeutende Ueberschreitung der Gesamtsumme der gefundenen gegen die vorhandenen Mengen der Bestandtheile zurückzuführen.

Die Abwesenheit der Titansäure liefert den Beweis, dass die braunen Pünktchen nicht Rutil sein können, der übrigens als Einschluss sonst unzweifelhaft vorkommt. Das Aussehen der vermeintlichen Einschlüsse stimmt eventuell noch in der Farbe für Biotit, die Form wohl nicht. Im Zusammenhange mit dem geringen specifischen Gewichte wird man nicht fehlen, sie als Hohlräume anzusehen, deren Färbung eine Reflexionserscheinung ist. Sie sind auch thatsächlich in den tiefer rosenroth gefärbten Granat dunkler, in den häufig vorkommenden lichten bis fast farblosen viel weniger intensiv gefärbt.

Sehr kleine Einschlüsse von Quarz, Glimmer, farblosem Epidot und Rutil sind selten, wo sie auftreten, erreichen sie auch eine ziemliche Grösse. Aber fast immer ist, namentlich bei den zwei ersteren Mineralen, hiemit eine Art Perimorphosenbildung verbunden. Die Granatsubstanz ist nur als eine Haut über die fremden Minerale gezogen. Diese Erscheinung ist keineswegs selten, und sind in Fig. 9 a, b, c und d vier verschiedene Fälle zur Anschauung gebracht, die leicht noch vermehrt werden könnten.

Fig. 9 a zeigt zwei Granate aus einem Gneiss des Profils von Rautz (Punkt IV₂) mit normaler Zusammensetzung. Der Granat ist meist gut ausgebildet, besitzt kaum $\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser und fast ausnahmslos den oben erwähnten Kern mit heller Randzone. Nicht wenige sind aber nur Ueberzüge über Biotit. Im oberen Individuum ist der Glimmer parallel der Axe c geschnitten, im unteren senkrecht

auf diese. Im unteren bildet die Granatsubstanz im Schnitte einen fast völlig geschlossenen Ring um den Glimmer, nur rechts in der Mitte ist eine kleine Unterbrechung unter dem langgezogenen Korn, welches



nicht direct mit dem übrigen Theil fest verwachsen sein dürfte, während der grösste Theil des Ringes aus fest verwachsenen Körnern besteht. Die quer verlaufenden dunklen Linien scheinen keineswegs bloß Sprüngen zu entsprechen, sondern, wie die Form der durch sie begrenzten Partien zeigt, wenigstens theilweise dem Zusammenstoss von Körnern anzugehören. Noch deutlicher tritt dies beim oberen Individuum hervor, vorausgesetzt, dass man diese Gebilde überhaupt noch so bezeichnen darf. Aus den schmalen Oeffnungen ragt der Glimmer wie herausgedrückt hervor.

Fig. 9 b gibt das Bild eines Schnittes des ebenfalls normalen Gneisses vom Profil Ausserhoppelandtohl (Punkt II). Die Granatsubstanz umschliesst hier vier in Quarz liegende Glimmerblättchen. Der Ring ist auf einer Seite offen, die Innenseite schärfer als die Aussen-seite ausgebildet.

Aus einem Haufwerk massenhafter kleiner Körnchen ist das in Fig. 9 c dargestellte Gebilde aufgebaut. Es gehört einem ziemlich veränderten Gneiss des Profils von Baggenthal (Punkt IV₄) an. Der mittlere Theil wird von einer Wand durchzogen, die Ausfüllung besteht aus Quarz und Glimmer. Solche „gekammerte“ Individuen kommen öfter vor und steigt die Zahl der Abtheilungen auf sieben bis acht. Sie nähern sich so den in Fig. 7 b und c gezeichneten Skeletten, nur dass hier die Rhombendodekaederform gut zum Ausdruck gelangt.

Eines der erwähnten „Schatzkästlein“ liefert ein glimmerreicher Gneiss des Profils vom Ausserhoppelandtohl (Punkt II_{3c}) in Fig. 9 d. In der Granatsubstanz selbst, sowie in dem von ihr umschlossenen Raume liegen die durch ihre dicke dunkle Umrandung charakterisirten Rutilkryställchen, ausserdem Quarz, Glimmer und Epidot (?). In anderen kommt noch Muscovit hinzu — niemals aber wurde Feldspath darinnen beobachtet.

Auf diese Erscheinung wird bei der Schlussbetrachtung nochmals zurückzukommen sein.

Nicht ohne Interesse ist die Art der chemischen Veränderung der Granate, nicht in Bezug der Neubildungen, wohl aber nach ihrem Verlaufe, in dem sie ein anderes Mineral nachahmt. In Fig. 10 a ist ein in Umwandlung begriffenes Individuum aus einem Gneiss des Profils vom Ausserhoppelandtohl (Punkt I₃) dargestellt. Man sieht, wie die Veränderung von den zahlreichen, die Granate durchsetzenden Sprüngen ausgeht, und so anfangs der neugebildete, in verschiedenen

grünen und gelbgrünen Tönen gefärbte oder fast farblose Chlorit ein Netzwerk bildet, so dass eine „Maschenstructur“ entsteht, wie sie für den veränderten Olivin so charakteristisch ist. Auch die Erzausscheidungen fehlen hier nicht. Hierzu kommt noch, dass manche Schnitte in ihrer Form an Olivin erinnern, wie dies ein solcher aus einem Gneisse des Profils von Rautz (Punkt I₁) in Fig. 10 *b* dargestellter erweist.

Eine eigenthümliche Veränderung zeigt der Granat in einem Gneisse des Profils vom Ausserhopelandtohl (Punkt II₁). Fig. 10 *c* stellt einen solchen Granat dar. Die ganze äussere Hülle stellt eine gleichmässige graue, porzellanartige, durchscheinende Substanz umgewandelt, über deren chemische Natur kein sicherer Aufschluss gewonnen werden konnte, weil es nicht gelang, eine entsprechende Menge dieser sehr kleinen Granate zu isoliren. Innerhalb der Hülle ist die Substanz rosenroth. Quarz und Rutil Einschlüsse sind selten. Es fehlt aber auch hier nicht an in Chlorit umgewandelten Exemplaren. Das ganze Gestein ist in starker Verwitterung begriffen.

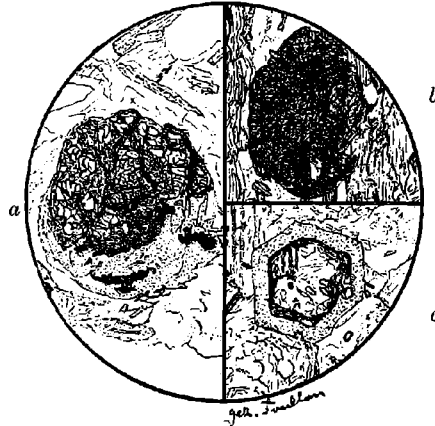
Das Kehr Bild dieser Art Veränderung liefern Granate in dem andalusit- und staurolithführenden Schiefer, welcher 2918 Meter vom provisorischen Ostportal überfahren wurde. Dieselbe porzellanartige Masse tritt als Zersetzungsproduct im Innern auf, welche von einer Hülle frischer Granatsubstanz umgeben wird. Auch hier sind Individuen vorhanden, die bei gleichem örtlichen Verlauf des Zersetzungsprocesses eine centrale Chloritausfüllung besitzen.

An Individuenzahl, nicht aber an Masse, wird der Granat vom Rutil weit übertroffen. Es ist über ihn nicht viel zu bemerken, er bildet die bekannten Kryställchen, die oft eine bedeutende Grösse erreichen, er ist in den Gesteinen recht ungleich vertheilt, fehlt aber fast nirgends ganz; auch erscheint er häufig als Einschluss in den anderen constituirenden Mineralen und im Granat, sehr selten im Glimmer. Zwillinge sieht man sehr wenige.

Ein weiterer accessorischer Bestandtheil ist der Epidot. Er kommt in zweierlei Ausbildung vor, einmal in den oft erwähnten kleinen farblosen Krystallen und in grösseren prismatischen Individuen, die aber nur selten eine Dicke von 1 Millimeter, eine Länge von 2 Millimeter erreichen und nie zahlreich werden.

Makroskopisch ist er demnach fast nirgends zu gewahren, in Schliffen erscheint er als braune Schnitte, die Farbe ähnelt oft sehr jener des Rutil. Sein Auftreten ist an bestimmte, wenig mächtige Blätter gebunden, so z. B. im Profil von Rautz auf jene bei den

Fig. 10.



Punkten V₃ und VII₃ durchstreichenden, im Tunnel 3012 Meter vom provisorischen Ostportal u. s. w.

Die häufig zu beobachtende Neubildung von Epidot im Biotit ist bereits angeführt worden.

Staurolith in kleinen Kryställchen ist sehr selten, ebenso Apatit.

Weit häufiger und wenigstens bei reichlichem Auftreten an bestimmte Gesteinsblätter gebunden ist der Turmalin. Auf den Trennungsfächen sehr dünnschieferiger Varietäten, wie sie z. B. am Gehänge am linken Ufer nahe bei der Alfenzstrassenbrücke oberhalb Langen und auf der Arlbergalpe nordwestlich vom Torfmoor anstehen, findet er sich in bis 2 Centimeter langen Säulchen. In grosser Menge in scharf ausgebildeten violblauen Kryställchen tritt er z. B. in Gneissen des Profils von Rautz (Punkt IV₁) und Ausserhoppelandtobl (Punkt I₃) auf. Nicht unbemerkt soll bleiben, dass man bei diesem Minerale, wo es innerhalb der Gesteinsblätter auftritt, keinerlei Orientirung in der Einlagerung in Beziehung auf die Parallelstructur des Gesteines wahrnimmt, eine Erscheinung, die beim Turmalin in Schiefergesteinen sehr häufig zu beobachten ist und gewiss eine genetische Bedeutung besitzt.

Die Erze spielen eine ganz untergeordnete Rolle; ein Theil ist Magnetit, ein Theil, nach den typischen Umwandlungsproducten, Titaneisen, auch an Pyrit fehlt es nicht, doch ist er selten.

Die kohlige Substanz ist ein sehr häufiger Gemengtheil und durchaus nicht auf Einlagerung auf Klüfte und Zwischenräume zwischen den einzelnen Mineralen beschränkt, sondern oft auch eingeschlossen zu beobachten. Es ist dieser Umstand beziehentlich der Genesis der Substanz an sich von Wichtigkeit, aus ihrer Gegenwart lassen sich aber auch Schlüsse auf die Entstehungsart der Gesteine ziehen. Es kann dieselbe hier keinesfalls von einer Verkohlung etwa auf Klüften angesiedelter Bacterien herrühren, wie eine solche Stapff für kohlige Ueberzüge auf Harnischen anzunehmen geneigt ist¹⁾.

Es wäre noch des neugebildeten Chlorits zu gedenken. Von Interesse ist hiebei nur die Beobachtung, wie die beginnende Chloritirung der Granate gewissermassen anregend auf die Umwandlung des Glimmers wirkt. Der letztere ist allemal, wo er die in Umwandlung begriffenen und bereits mit einer Chlorithaut überzogenen Granate berührt, ebenfalls ganz in Chlorit umgewandelt, während weiter von diesen die Zersetzung des Glimmers noch weit weniger vorgeschritten ist.

Varietäten. Durch verschiedene Mengenverhältnisse der einzelnen Minerale und deren Vertheilung entstehen ausserordentlich viele Varietäten dieser Gneisse. Das eine Extrem bilden feste Gesteine, die wohl noch sehr deutlich die Parallelstructur erkennen lassen, aber fast nur aus Quarz bestehen, das andere solche, welche viel Glimmer enthalten, der den spärlicheren Quarz ganz umhüllt, wodurch leicht blätternde Glimmerschiefer resultiren. Dieser Wechsel ist kein sprungweiser, sondern ein allmäliger, wenn er sich auch sehr häufig innerhalb 10 Centimeter Mächtigkeit abspielt. Ein höchst instructives,

¹⁾ Bacterien im Gotthardtunnel. Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. Berlin 1879, pag. 848—853.

„über Hirn“ geschlagenes Stück liegt in dieser Richtung aus dem Sohlstollen, 3562 Meter vom provisorischen Westportal, vor. In der Mitte zieht ein 2 Centimeter mächtiges Blatt durch, welches aus vielen dünnen Lagen besteht, die fast nur aus Quarzkörnern zusammengesetzt sind. Die Farbe ist grau, einzelne Blätter sind auf geringe Erstreckung im Streichen weiss. Daran schliessen sich links und rechts je 2 bis 3 Centimeter mächtige Schichten, die noch ein dichtes Gefüge, aber schon braune Farbe zeigen. Ab und zu sieht man Spaltflächen von Feldspath. Dieser wird nun beiderseits häufiger, der Gneiss neigt zur Bildung kleiner Knoten. Endlich nimmt der Glimmer, sowohl Biotit als Muscovit, an Menge zu, die Individuen werden grösser und sammeln sich auf den Trennungsflächen zu häutigen Ueberzügen an, wodurch ein leichtes Aufblättern des Gesteines eintritt. Dieser Theil ist nur in seinen Anfängen senkrecht aufs Streichen schlagbar, bei stärkerer Entwicklung einer solchen Ausbildung zerfallen die Stücke, es fehlt demnach die Fortsetzung, die circa 4 Centimeter mächtig war, an dem Handstück. Nach dieser beiderseitigen Einschaltung von Schieferpartien (in denen der Feldspath übrigens fast niemals ganz fehlt und die oft sehr reich an hanfkorn- und erbsengrossen Granat sind) beginnt wieder der oben beschriebene Wechsel, welcher an der Breite der Tunnelbrust auch bis zu 40mal zu beobachten war.

Mehr die Grösse als die Menge der Granate gibt ebenfalls für die Betrachtung mit dem freien Auge zur Varietätenbildung Veranlassung, indem ein Theil der Gneisse als granatführend, der andere granatfrei erscheint. Thatsächlich fehlt aber Granat nur selten ganz, und da man heute Gesteine nach dem makroskopischen Befund, allein wohl nicht mehr beurtheilen wird, so kann man von Varietäten mit grossen, mit kleinen, mit viel oder wenig Granat sprechen.

Eine besondere Varietät bilden jedenfalls auch jene Vorkommnisse, welche braunen Epidot führen; vielleicht auch die turmalinreichen. Bezüglich des Rutilis kann dies nicht gelten, weil seine Anhäufung gewiss oft nur local ist und selbst im Streichen auf wenige Centimeter Entfernung rasch wechselt.

Schiefer, Ausscheidungen und Reibungsbreccien.

Nach obiger Darstellung bezüglich der Varietätenbildung liegt es mehr weniger in der Willkür des Beobachters, wo er die Grenze zwischen Gneiss und Schiefer ziehen will. Blätter, die ganz frei von Feldspath sind, werden sowohl in den quarzreichen als auch in den glimmerreichen Ausbildungen in geringer Mächtigkeit gefunden.

Im strengsten Sinne finden also continuirliche Uebergänge vom Gneiss zum Schiefer in der Mächtigkeit fortwährend statt. So wie nun einerseits die quarzreichen Partien zu grossen Quarzlinzen (mitunter 40—50 Kubikmeter) anwachsen, die schon als Ausscheidungen zu betrachten sind und durch ihre Härte den Stollenbetrieb sehr erschwerten, so nehmen stellenweise die Schieferpartien an Mächtigkeit zu und verursachten mancherlei Schwierigkeiten, namentlich jene Gesteine, die als graphitische Schiefer zu bezeichnen sind. In den oben er-

wähnten feinschuppigen, vorwiegend aus Muscovit und Quarz bestehenden Schiefern der Muscovitgneisse reichert sich die kohlige, graphitähnliche Substanz allmählig so an, dass die Gesteine dunkel schwarz, abfärbend und leicht zerreiblich werden. Ueber Tags finden sich solche namentlich im Fervallthale und an mehreren Punkten austehend. Sie sind massenhaft von Klüften durchzogen, die nur zum Theile den Trennungsflächen der übrigen Gesteine entsprechen. Auf ihnen begegnet man sehr häufig typischen Harnischen, polirten Flächen, die von gleitender Bewegung herrühren. Aber auch in sehr complicirten Krümmungen verlaufende Absonderungen zeigen einen hohen Glanz, und da die Art des Aneinanderliegens und die Beschaffenheit der Oberflächen solcher Stücke das Hervorbringen des Glanzes durch Abreibung bei gleitender Bewegung vollständig ausschliessen, so kann er nur durch bedeutenden Druck hervorgerufen worden sein. Auch zwischen diesen graphitischen Schiefern liegen Quarzlinsen, und sind diese häufig so von feinen Klüften durchzogen, dass sie bei der Blosslegung zu feinem Mehle zerfallen, gewiss auch nur eine Folge des hohen Druckes, dem sie ausgesetzt waren.

Die Kluftsysteme führen zur häufigen Bildung keil- und kolbenförmiger, seltener flach linsenförmiger, mit sehr glatter Oberfläche versehener Gesteinssegmente von ausserordentlich wechselnden Dimensionen. Je nach der Grösse solcher wurden sie durch die Erweiterungsarbeiten eher oder später so weit von der Umgebung, in welcher sie eingeklemmt waren, befreit, dass sie durch ihre eigene Schwere in Bewegung geriethen, und da ihr Gewicht oft sehr bedeutend war, übten sie auch grossen Druck aus. Diese Bewegungen wurden selbstredend durch die glatte Oberfläche, ferner durch die graphitähnliche Substanz und auf der Langener Seite oft noch durch Wasser, welches letztere beide als Schmiermittel wirkten, wesentlich begünstigt.

Auch die oben erläuterten structurellen Eigenschaften, die im Zusammenhange mit der Menge der einzelnen Bestandtheile stehen, führten zu Druckerscheinungen. In jenen Gesteinspartien, in denen der Glimmer häutige Ueberzüge bildet, tritt eine sehr leichte Trennbarkeit der einzelnen Gesteinsblätter ein. Bei dem Einfallen der Schichten nach Süd machten sich denn auch beim Blosslegen grösserer Oberflächen am südlichen Ulm Durchbiegungen oft bemerkbar; es trennten sich nämlich durch die Schwere die nur oben und unten gestützten Gesteinsblätter allemal von den weiter hinten liegenden dann ab, wenn in nicht zu grosser Entfernung Blätter folgten, die hautähnliche Glimmerüberzüge tragen. Anfangs bildeten sich gewissermassen Blasen, die, wenn sie nicht schnell genug auf Zimmerung kamen, durchbrachen, namentlich dann, wenn das durchgebogene Gesteinsblatt sehr quarzreich war oder sich in den Blasen Wasser ansammelte.

Auf diese Art der Bewegung ist auch die Verschiebung der Gewölbe in einigen wenigen Ringen zurückzuführen, die fast ausnahmslos im selben Sinne erfolgte. Es wurde nämlich der Gewölbobogen am südlichen Ulm etwas nach innen gedrückt, gleichzeitig die Fussmauer am nördlichen Ulm etwas in den offenen Tunnelraum geschoben. Letztere Erscheinung ist wohl auf ein Abreissen der im Verflächern ihrer natürlichen Stütze beraubten Gesteinspartien zurückzuführen.

Auch die Wasserzuflüsse waren in einem gewissen Zusammenhange mit der Gesteinsbeschaffenheit, namentlich auf der Langener Seite. Die erschrottenen Quellen flossen fast ausnahmslos auf quarzreichen Schichten herab. In ihnen sind die einzelnen Individuen fest zu Körner und auch diese sind unter einander verwachsen, derlei Bänder sind demnach, so lange sie nicht gebrochen, wasserundurchlässig oder schwer durchlässig. Es gelang daher auch in mehreren glimmerreichen, stark wasserführenden Partien, den Zufluss, der aus vielen Trennungsfächen regenartig niederging, dadurch zu concentriren, dass man durch Seitenstollen bis auf die quarzreichen Schichten auslängte, an denen, wie über ein Dach, die Wässer abflossen.

Diese Seitenstollen, welche senkrecht aufs Streichen getrieben wurden, standen selbst in den dünnblättrigsten Gesteinspartien ohne Zimmerung. Hätte der Tunnel eine ähnliche Richtung haben können, so wäre natürlich manche Schwierigkeit nicht eingetreten, gewiss wäre aber der Fortschritt in der Streckung des Sohlstollens kein so bedeutender gewesen wie bei dem Vortrieb nahe im Streichen. Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, dass bei den nothwendigerweise sehr tiefen Bohrlöchern in den dünnblättrigen, nicht fest an einander lagernden Gesteinsblättern durch die vorhandenen zahlreichen Zwischenräume ein guter Theil der Sprengwirkung verloren gegangen wäre. Es handelt sich hiebei nicht um die allfällige Möglichkeit des Ausströmens der Gase, sondern um die weit minder günstige Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Verluste des Stosses in dem durch die vielen Zwischenräume elastisch gewordenen Medium.

In der Richtung des Streichens findet innerhalb der Gesteinsblätter ein elastisches Ausweichen nicht, oder doch nur in verschwindend geringem Grade statt, das Ausweichen in der Mächtigkeit ist durch die Continuität der Gesteinsmasse, die ja hier unverritz ist, ein beschränkteres als bei dem Blosslegen einer Brust senkrecht aufs Streichen. Freilich wird dieser Factor mit der Zunahme der Brisanz des Sprengmittels immer kleiner, allein bei den vielen tausend Chargen wird auch eine kleine Differenz im Erfolge von grosser Wirkung.

Die unzähligen Klüfte, die die Gebirgsmasse nach allen Richtungen durchziehen, waren nur selten offen, sondern meist mit einem lettenartigen Material erfüllt. Wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, ist dieser „Letten“ nichts Anderes als eine Reibungsbreccie, die allerdings nur seltener eine compacte Masse bildet, meist ist dieses Gereibsel ein von Wasser durchtränkter teigiger Grus. Die compacten Massen sind jedenfalls durch Druck zusammengepresst und zeigt z. B. ein 4 Centimeter mächtiges Blatt von 1218 Meter vom provisorischen Westportal, das auch viele eckige Gesteinsbruchstücke enthält, beiderseits schöne graphitische Harnische. Durch einfaches Schlämmen lassen sich alle Bestandtheile der Gesteine finden, vorwiegend aber sind es feine Muscovitblättchen, Feldspath und Quarzfragmente, seltener deutlich erkennbare Biotittheile und Granattrümmerchen, die ihn zusammensetzen. Bei dem grossen Firstenbruch auf der Langener Seite betrug diese Masse, wohl auch an anderen Orten durch Wasser in den Hohlraum eingetragen, mehrere hundert Kubikmeter. Herr E. Drasche

war so freundlich, eine Analyse durchzuführen, deren Ergebniss folgendes war:

Kieselsäure .	61.52	Proc.
Eisenoxyd	7.99	"
Thonerde	18.67	"
Magnesia	3.18	"
Kalk .	2.36	"
Natron	1.74	"
Kali . . .	2.31	"
Glühverlust .	3.05	"
	<hr/>	
	100.82	

Der Magnesiagehalt weist auch auf eine ziemlich bedeutende Menge von Biotit, es entzieht sich dieser seiner leichteren Zersetzbarkeit wegen meist der Beobachtung unter dem Mikroskop, weil die ausgeblichenen winzigen Schüppchen von denen des Muscovit nicht zu unterscheiden sind.

Hornblendegesteine.

Wie aus der Darstellung der geologischen Verhältnisse ersichtlich, treten Hornblendegesteine nur untergeordnet auf, ihr Vorkommen ist aber in genetischer Hinsicht um so bemerkenswerther, je weniger mächtig die Einlagerungen in den Gneissen sind. Die ausser dem Tunnelbereiche anstehenden Vorkommen bei St. Jacob, das am obersten Ende des Profils vom Hoppelandtobl wahrscheinlich in einem schmalen Blatt durchziehende, sowie jenes vom Profil von Rautz, sind vergleichsweise zur Untersuchung herangezogen worden. Im Tunnel selbst wurden solche einigemal angefahren, z. B. 2434, 2908 und 3552 Meter vom provisorischen Westportal, in nur einige Centimeter mächtigen Blättern, an die sich beiderseits Biotitgneisse anschliessen.

Von der Ostseite ist nur das bei 4931 Meter vom provisorischen Portal angefahrne, wenig mächtige Blatt bekannt, ebenfalls in Verbindung mit Biotitgneiss.

Die bezüglichlichen Vorkommen sind schon mit dem freien Auge als Hornblendegesteine erkennbar, die Hornblende erscheint in winzig kleinen, dunkelgrünen Säulchen mit lebhaftem Glanze, mitunter sieht sie gewissermassen wie Mikrostrahlstein aus. Gegen die Contactflächen mit dem Biotitgneiss erscheinen auch Biotitblättchen, sonst überall kleine Granate. Feine Calcitaderu sind eine Erscheinung, die man fast nur in diesen Gesteinen beobachtet. In Schliffen erweisen sich die Gesteine als Hornblendegneisse. Die in Handstücken ziemlich scharf verlaufende Grenze zwischen Biotit und Hornblendegneiss tritt auch in den Präparaten hervor, doch greift der Biotitgehalt ziemlich weit in das Hornblendegestein hinüber, bis er allmähig verschwindet. Andererseits nimmt der Hornblendegehalt ausserordentlich rasch zu, bis dieses Mineral den stark überwiegenden Bestandtheil des Gesteines ausmacht. Sie bildet stengelige Säulen und besitzt lebhaften Pleochroismus (gelbgrün bis graugrün), schliesst häufiger Rutil ein, tritt aber auch als

Einschluss im Feldspath auf, geradeso wie die anderen constituirenden Bestandtheile in den Biotitgneissen, denen sie — bis auf den Umtausch von Hornblende und Biotit — ausserordentlich ähnlich sind. Man findet dementsprechend überall den typischen Feldspath, Quarz, Granate, Rutil, aber auffallend viel Apatit. Die Probe 2908 Meter vom provisorischen Westportal enthält auch in geringer Menge rhomboëdrisches Carbonat, und zwar in Verhältnissen gegenüber den anderen Bestandtheilen, dass es als ursprünglicher Gemengtheil zu betrachten — was in Gneiss ja keineswegs eine neue Erscheinung ist.

In den Hornblendegneissen des Profils vom Hoppelandtobl (Punkt I_{1a}) tritt fast farbloser Epidot mit in die Combination, der sich in den Vorkommen des Herrenwaldes stark vermehrt, ja Epidot gegen Hornblende vorwaltet. Es sind dies feldspath- und quarzarme Epidot-Hornblendegneisse. Der Epidot ist in letzterem Vorkommen weingelb, die Hornblende besitzt einen deutlichen Stich ins Blaue.

Man begegnet grünen Gesteinen hier im Herrenwalde in ziemlicher Mächtigkeit, doch sind diese auf der Karte als Hornblendeschiefer ausgedehnten nicht durchaus solche. Die grössere Masse ist ein Gneiss, welcher neben Hornblende grünen Biotit, im übrigen auch viel lichtweingelben Epidot enthält. Nicht ohne Interesse ist hierin das Vorkommen von Tridymit. In einzelnen Partien fehlt die Hornblende ganz.

Insoferne in den nachfolgenden zwei Gesteinsarten auch hie und da etwas Hornblende vorkommt, können selbe anhangsweise in dieser Gruppe behandelt werden, obwohl sie in einem Extrem der Ausbildung eigentlich recht abweichenden Aussehens und anderer Zusammensetzung sind — am besten wären sie im letzteren Falle als epidotführende Quarzite, ansonst als epidotreiche Gneisse zu bezeichnen.

Die zu beschreibenden Mineralcombinationen bilden immer nur schmale Blätter, 1—5 Centimeter mächtig, welche zwischen Biotitgneiss liegen, und zwar sind sie gewissermassen ein Ersatz für die quarzreichsten Varietäten, die, wie man aus obigen Darstellungen sich erinnern wird, immer ein Blatt zwischen den knotigen, normalen und endlich dünnschieferigen Varietäten bilden. Selbstverständlich wurden nicht alle die Tausende der beobachteten quarzreichen Partien mikroskopisch untersucht, immerhin aber doch so viele, um sicher sagen zu können, dass die epidotführenden, oder besser solche, in denen der Epidot zum constituirenden Bestandtheil wird, selten sind.

Es sollen zwei Typen zur Beschreibung gelangen. Die erste Probe ist dem Tunnel — 3067 Meter vom provisorischen Ostportal — durchschnittlich 5 Centimeter mächtig, eine zweite dem Profil von Rautz (Punkt VI_{1a}) entnommen, diese ist 1—2 Centimeter mächtig. Beide, makroskopisch als quarzreiche Gesteine kenntlich, zeigen bei starker Cohärenz deutliche Parallelstructur, erstere bei mittlerem, letztere bei sehr feinem Korne, diese ist lichtgrau, jene dunkelgrau, beide besitzen ziemlichen Glanz. Der Epidotgehalt lässt sich nicht einmal vermuthen.

Das erstere ist ein Gneiss mit sehr wenig Hornblende, enthält aber in grösserer Menge ein farbloses Mineral, das in allen Eigenschaften, in Schlfen, dem Zoisit entspricht. Die accessorischen Mine-

rale der Hornblendegneisse: Granat, zersetzter Biotit, Rutil, und namentlich Apatit kehren wieder.

Die zweite Probe besteht aus Quarz, einem farblosen Minerale, das mit seinen Formen für Epidot zu halten ist, sehr wenig Hornblende und den oben angeführten accessorischen Mineralen.

Bevor auf Weiteres über den Epidot eingegangen werden soll, mag gleich erwähnt werden, dass es nicht gelang, durch Zerkleinerung und Abscheidung nach dem specifischen Gewichte und mittelst des Elektromagnets gesonderte reine Mineralgruppen zu erhalten. Bei der Kleinheit der Bestandtheile muss die Zertrümmerung bis zur Staubform gehen, und durch gegenseitiges Haftenbleiben von verschiedenen Mineralen werden weitaus der grössten Menge nach Zwischenproducte und nur minimale Mengen reinere Endprodukte erhalten. Um eine genügende Quantität solcher für eine Analyse zu bekommen, müsste man viele Kilogramme des Gesteins aufarbeiten, Mengen, die mir von einem Vorkommen nicht zur Verfügung standen. Da beide Hauptminerale — Epidot und Quarz — farblos sind, so wird auch eine nachherige Prüfung der abgeschiedenen Gruppen unter dem Mikroskope bei der Kleinheit der Partikelchen geradezu unmöglich. Die vorgenommenen Analysen erweisen denn auch, dass nur eine Anreicherung in der einen oder anderen Richtung statthatte, und ziehe ich es demnach vor, hier die Bauschanalyse des Gesteins anzuführen, die für den vorliegenden Zweck ausreicht. Gefunden wurden in 1 Gramm:

Kieselsäure .	83·78 Proc.
Eisenoxyd .	4·29 "
Thonerde	5·98 "
Magnesia .	1·01 "
Kalk . . .	4·64 "
Glühverlust	0·48 "
	<hr/>
	100·18

Ausserdem wurden 0·07 Proc. Manganoxyd gefunden. Da aber bei der Prüfung auf seine Reinheit etwas hievon verloren ging, wurde es in obiger Zusammenstellung weggelassen. Mangan ist jedenfalls vorhanden, beim Aufschliessen erhält man eine deutliche Reaction. Beim anhaltenden Glühen des lichtgrauen Gesteinpulvers bräunt sich dasselbe merklich, so dass ein Theil des Eisens als Oxydul vorhanden sein muss.

Von den vorhandenen Mineralen: Hornblende, Granat, Apatit, Biotit und Rutil kann füglich abgesehen werden, da deren Mengen zu gering sind, um einen wesentlichen Einfluss auf die chemische Zusammensetzung auszuüben. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch der Gehalt an Erz — Magnetit — welcher die Menge des ausgewiesenen Eisenoxydes gewiss stärker beeinflusst. Da aber auch in dem durch warme Salzsäure längere Zeit behandelten Gesteinspulver nach dem Auswaschen und Trocknen eine grössere Menge Eisen vorhanden ist, so ist nicht zu zweifeln, dass das farblose, als Epidot bezeichnete Mineral einen nennenswerthen Eisengehalt besitzt. Dies, bei der sich von selbst ergebenden Discussion der Analyse berücksichtigt, ergibt im Zusammen-

hange mit den nachfolgend anzuführenden weiteren Eigenschaften, dass das Mineral, obwohl farblos, nicht Zoisit, sondern wirklich Epidot ist.

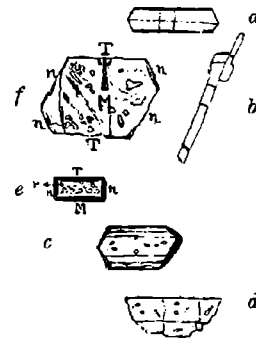
Dieses Vorkommen muss deshalb ausführlich zur Darstellung gelangen, weil es den Ausgangspunkt für den Nachweis der kolossalen Verbreitung eben des in so kleinen Individuen farblosen Epidotes in den krystallinischen Gesteinen der Alpen bildet, worauf bereits in vorausgegangenen einschlägigen Publicationen meinerseits wiederholt hingewiesen wurde.

Da dort, wo der Epidot in den bekannten weingelben bis zeisiggrünen Säulchen auftritt, derselbe am leichtesten zu erkennen ist, diese Ausbildung auch als „typisch“ gilt, obwohl die farblose, in den alpinen Gesteinen wenigstens, die weit verbreitetere ist, so soll sie für die Constatur der Krystallformen zuerst in Betracht kommen. Hiezu wähle ich einen Epidotschiefer vom Ausgange des Gaisbaches, unmittelbar bei Rauris. Die schön weingelben Individuen, mit denen das Gestein dicht erfüllt ist, zeigen in Schliften vorwiegend die Formen, welche in Fig. 11 unter *a*, *b*, *c*, *d*, *e* und *f* dargestellt sind. Mit Ausnahme von *b* sind alle so gezeichnet, dass die Auslöschungsrichtung horizontal verläuft, bei *b* entspricht sie der Längsentwicklung.

Die Betrachtung der Krystalle *c*, *e* und *f*, von welchen man bei den Schliften mehr weniger parallel der Trennungsfächen hergestellt, *e* selten sieht, lässt mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit die dieselben begrenzenden Formen erkennen. Bei *e* und *f* liegt *M* (001) mehr weniger parallel mit der Zeichenebene, die seitliche Begrenzung erfolgt durch *n* (111), oben und unten schliessen sich an *M* bei dickeren Kryställchen mehrere Flächen in Form schmaler Facetten an. Bei dem enormen Formenreichtum der Zone [010] lässt sich natürlich eine bestimmte Angabe über die vorliegenden Flächen nicht machen, aus den Formen von *e* dürfte aber mit grosser Wahrscheinlichkeit hervorgehen, dass *r* (101) häufig stärker entwickelt auftritt. *T* (100) scheint ausnahmslos schmal ausgebildet zu sein, wonach die Krystalle nach der Axe *c* stark verkürzt wären, eine Beobachtung, die in der Folge ihre Bestätigung finden wird.

Wenn man von den langen dünnen Säulchen absieht, so kann man für die grössten Krystalle Dimensionen mit 0.25×0.15 Millimeter, für die kleineren, scharf ausgebildeten 0.08×0.05 Millimeter als reichlich gerechnete Durchschnitte annehmen. Es sind dies Grössen, welche im convergent polarisirten Lichte unter dem Mikroskope schon ganz gut Beobachtungen zulassen, wenn nicht die geringe Körperlichkeit und damit verbundene Unter- oder Ueberlagerung durch Quarz weitaus in den meisten Fällen störend wirken würde. In einzelnen Fällen gelingt sie dennoch, und da sieht man mehr weniger am Rande der grössten Fläche eine Axe austreten, wie dies in *f* angedeutet erscheint, was im Zusammenhalte mit der seitlichen Begrenzung deutlich für *M* spricht.

Fig. 11.



In sehr vielen Kryställchen sieht man statt einer grossen Fläche in der Ebene des Präparates zwei wenig gegen einander geneigte, was mehr durch Reflexe, denn durch eine sichtbare Kante hervortritt, in a und d ist eine solche wohl gezogen. Aus dem Verlauf der seitlichen Begrenzung und der bei Auf- und Abbewegen des Mikroskopes sichtbar werdenden Kanten gegen die schmalen seitlichen Begrenzungsflächen erkennt man, dass die grossen Flächen nicht M und T , wohl aber M und i (102) sein können, was umsomehr hervorzuheben ist, als ja die allein auftretende grosse Fläche (abgesehen von dem Austritte der Axe) als T , die seitliche Begrenzung durch n und o (011) bewirkt aufgefasst werden könnte.

Messungen der ebenen Winkel können selbstredend hier zu keinen Entscheidungen führen, sie bewegen sich, natürlich mit Ausnahme bei e , alle um 60 Grad herum.

Die Spaltbarkeit des Epidots kommt so gut wie gar nicht zum Ausdruck, hingegen sind Sprünge mehr weniger senkrecht auf die Längsentwicklung oder ungefähr parallel den seitlichen Begrenzungsflächen die Regel, was in Beziehung auf den Salit wohl im Auge zu behalten ist.

Ausser den hier angeführten Abbildungen von $a-f$ könnten noch sämtliche von Kalkowsky für den Salit gegebenen¹⁾ hinzugefügt werden; alle dort gezeichneten Formen lassen sich auch hier beobachten. Ausserdem muss öfter nachweisbare stark schiefe Auslöschung gegen die Längsentwicklung lang säulenförmiger Krystalle constatirt werden, welche wahrscheinlich hier zum Theile durch Unterlagerung bewirkt wird, andererseits aber, wie später gezeigt werden soll, darin ihren Grund hat, dass die Längsentwicklung nicht nach der Axe b erfolgte, sondern eigenthümliche Verzerrungen platzgreifen, die sehr leicht zu irrigen Anschauungen über die relative Lage der Elasticitätsaxen führen müssen.

Schon hier mit den weingelben Kryställchen kommen kleinere farblose vor, die genau gleiche Form und optische Eigenschaften besitzen, also wohl unzweifelhaft demselben Minerale angehören.

In den erwähnten beiden Vorkommen vom Arlberg erscheinen nun alle Individuen farblos. Das Mineral des Tunnelgesteines würde man ohneweiters als Zoisit bezeichnen; es bildet Aggregate säulenförmig entwickelter Individuen, welche die häufig hervortretende Spaltbarkeit parallel der Längsentwicklung und die bekannten eigenthümlichen blauen Polarisationsfarben zeigen. Diese können, da sie nach Kalkowsky auch der Salit aufweist (a. a. O. pag. 47), als ein Unterscheidungsmerkmal der beiden Minerale nicht benützt werden. Als ein sicheres und entscheidendes Merkmal dürfen sie ja überhaupt nicht gelten. In dem Vorkommen von Rautz walten farblose Körner des Epidot vor, schlecht ausgebildete grössere Krystalle sind ziemlich häufig, schärfere selten, hingegen lassen sich winzig kleine solche öfter beobachten.

Fig. 12 a , b und c zeigen Formen aus diesem Gesteine. a ist ein ziemlich gut ausgebildeter grosser Krystall, b ein minder gut ent-

¹⁾ Ueber den Salit als Gesteinsgemengtheil. Tschermak's Mineral. Mitth., Jahrg. 1875, pag. 45—50, Fig. pag. 46.

wickelter, der aber die Spaltbarkeit und Absonderung aufweist. *c* ist ein Zwilling, unter tausenden von Krystallen der einzige beobachtete, die Zwillingsgrenze ist im gewöhnlichen Lichte nicht sichtbar. Sie sind, wie bereits so oft hervorgehoben, farblos und verhalten sich optisch genau so wie die vorbeschriebenen weingelben Epidote.

Fig. 12.

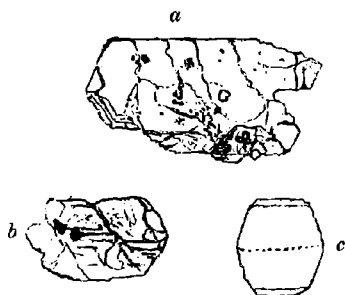
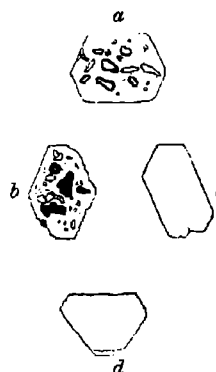


Fig. 13.



Dieser farblose Epidot besitzt in den von mir untersuchten alpinen krystallinischen Gesteinen eine enorme Verbreitung¹⁾. Der Habitus der Krystalle nähert sich meist den in Fig. 11 *a—f* dargestellten, namentlich sind die mikroskopisch kleinen oft modellscharf entwickelt.

Einen etwas abweichenden Habitus haben die Vorkommen in rhomboëdrischen Carbonaten, dessen Extrem die fast hauchförmigen Blättchen aus dem Magnesit der Gegend von Dienten bilden²⁾. Sie sind deshalb wichtig, weil bei ihnen jene oben erwähnte Verzerrung platzgreift, welche sehr leicht zu irrigen Anschauungen über die relative Lage der Elasticitätsachsen führen könnte.

In Fig. 13 *a—d* sind Kryställchen gezeichnet, welche aus den Lösungsrückständen des Magnesit stammen. *a* bietet die normale Ausbildung; man sieht auf der breiten Fläche solcher Kryställchen Lemniscaten oder eine Axe, es findet also der Austritt der Mittelnie mehr weniger parallel der Axe des Mikroskopes statt. Trotz der Dünne der Blättchen ist neben vorwaltend *M* (001) auch *r* (101) entwickelt. Formen wie sie in *d*, mit Hinweglassung der aufgewachsenen und eingeschlossenen Pyritkryställchen, Quarz- und anderer Einschlüsse, dargestellt sind, sieht man häufig, noch häufiger und vielleicht in überwiegender Mehrzahl sind die Verzerrungen *c* und *b*. Im gewöhnlichen Lichte hält man sie für gleiche Ausbildungsweisen, wie sie in *a* gezeichnet sind, die optische Untersuchung zeigt schiefe Aus-

¹⁾ Ueber die petrographische Beschaffenheit der krystallinischen Schiefer der untercarbonischen Schichten etc., Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1883, Bd. 33, pag. 207—252. — Ueber die petrographische Beschaffenheit krystallinischer Schiefergesteine aus den Radstädter Tauern etc., ebenda 1884, Bd. 34, pag. 655—658.

²⁾ Siehe letztangeführte Arbeit, pag. 655—656.

löschung gegen die Längsentwicklung, dieselbe beträgt 23—24 Grad gegen die längste Kante. Da der Winkel rechts oben bei c 66—67 Grad misst, so folgt, dass die Auslöschungsrichtung auf der kurzen, horizontal verlaufenden Kante senkrecht steht. Da man nun auch hier, freilich der Kleinheit der Individuen, der aufgewachsenen und eingeschlossenen Minerale wegen nur seltener, den Austritt der Mittellinie oder einer Axe constatiren kann, so ist eine Verwechslung mit Augit wohl ausgeschlossen. Es ist selbstverständlich, dass auch Glimmer ähnliche Formen liefern kann, allein Abweichungen der Winkel bis zu 67 Grad lehren sofort, dass dieses Mineral nicht vorliegen kann. Namentlich die facettenartigen Flächen an der oberen und unteren Begrenzung, wie dies bei d unten gezeichnet, führen, wenn man die typischen Epidote einmal kennt, sofort auf dasselbe Mineral.

Nachdem sich nun zeigt, dass der mikroskopische Epidot sehr häufig farblos erscheint, so wird es sich, da die Krystallformen nach Kalkowsky's Figuren und meinen Beobachtungen eine Unterscheidung von Salit und Epidot nicht möglich machen würden, als nothwendig erweisen, in derlei Fällen genaue Erhebungen über die optische Orientirung durchzuführen. Meines erachtens wird man aber in allen Fällen, wo man keine Spaltbarkeit des Augit, keine charakteristischen Winkel dieses Minerals oder den Mangel an Thonerde nachweisen kann, weit eher auf Epidot als auf Salit schliessen müssen ¹⁾.

Ueber das Vorkommen der beschriebenen Gesteine im Terrain und Tunnel.

In der Voraussetzung, dass aus den Tunnelaufnahmen in St. Anton und in Langen bis zur Fertigstellung der petrographischen Untersuchungen Grund- und Aufriss der Tunnelstrecke vollendet werden könnten, wurden in St. Anton von Herrn H. Steininger, in Langen von Herrn H. List geodätische Querprofile aufgenommen, bei welcher Gelegenheit ich bei allen Aufschlüssen auf den Profillinien Streichen und Einfallen abnahm und Gesteinsproben schlug. Es sollte so ein detaillirtes Bild über Verbreitung der Gesteine, deren Lagerung, Störungen u. s. w. für den betreffenden Gebirgstheil construiert werden. In St. Anton hatte, wie bereits erwähnt, der k. k. Herr Ober-Ingenieur und Sectionsleiter C. Wagner, in Langen der k. k. Herr Ober-Ingenieur C. Wurm b die oben angedeuteten Ausführungen übernommen. Beide Herren wurden durch Umstände, die sich ihrer Einflussnahme entzogen, an der Fertigstellung der begonnenen Werke verhindert, und da andererseits mit der

¹⁾ Dass Verwechslungen von Salit und dem farblosen Epidot schon häufig vorgekommen sein mögen, scheint mir nicht zweifelhaft. In dieser Richtung möchte ich hier als naheliegendstes Beispiel auf den Granitgneiss des St. Gotthardtunnels (nördl. Theil) verweisen. O. Mayer sagt selbst: „die Salitmikrolithen, wie sie namentlich die Feldspäthe anfüllen, gehen ausserdem in ziemlich grosse, gelbgrüne Körner über, deren Farbenintensität durchaus nicht so unbedeutend ist“. (Untersuchungen über die Gesteine des St. Gotthardtunnels. Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. Bd. 30, 1878, pag. 1—24, obige Stelle pag. 20). Siehe hiezu Stappf's Bemerkungen pag. 137 ebenda und Mayer pag. 353—354.

Publication der hier niedergelegten Beobachtungen nicht länger gezögert werden sollte, so leiste ich vorderhand auf die Wiedergabe der Profile Verzicht, hoffend, dass sich noch Gelegenheit finden wird, diese in Gemeinschaft mit den Tunnelaufnahmen veröffentlichen zu können.

Dementsprechend sei hier die Verbreitung der beschriebenen Gesteinsarten nur kurz berührt.

Vom Mundloche in St. Anton wurde der Tunnel bis 3144 Meter weit vorwaltend in Muscovitgneiss gestreckt. Natürlich kamen auch die zugehörigen Schiefer und graphitischen Schiefer vor, ebenso an vielen Punkten mehr weniger mächtige Blätter des Biotitgneiss, so z. B. bei 127—135, 173—183, 190—198, 245, 573, 608, 650, 823, 1000, 1037 (ungemein granatreich), 2793 Meter u. s. w. Bei 3096 Meter beginnt muscovitreicherer Biotitgneiss und vom 3144 Meter bis zum Mundloche in Langen steht Biotitgneiss mit seinen Schiefen und graphitischen Schiefen an. Die unbedeutenden Zwischenlagen von Hornblendegesteinen wurden bereits oben angeführt.

Ueber Tags streicht das nicht sehr mächtige Blatt der Muscovitgneisse vom Tunnelmundloche bei St. Anton über das gegen Süd abfallende Gehänge der Arlberger Höhe gegen die südliche Spitze der Arlbergalpe und stösst jenseits dieser an dem Verrucano ab. Ein zweites Blatt erscheint bei der grossen Curve, wo die Arlbergstrasse den Bach des Baggenthales übersetzt, zu Tage, streicht über den Maiensee, weiter westlich, nördlich von St. Christoph durch, verschwindet unter dem Gehängeschutt, der den gegen Nord abfallenden Abhängen vorliegt, und tritt gegenüber dem Wegmacherhaus am linken Bachufer bei Rautz wieder hervor. Sein Verhalten weiter nach Westen lässt sich der Ueberdeckung wegen nicht direct beobachten, doch scheint aller Wahrscheinlichkeit nach hier ein Umbug im Streichen stattzufinden, so dass das südwestlich von Stuben anstehende Blatt die Fortsetzung des Rautzer ist. Wenn man das südliche Einfallen der Schichten und die bedeutende Höhendifferenz von Rautz und Stuben im Auge behält, so braucht dieser Umbug im Streichen nur äusserst gering zu sein. Die Mächtigkeit dieses Blattes scheint, so weit die vorhandenen Aufschlüsse reichen, im Streichen von Ost nach West zuzunehmen.

Die Muscovitgneisse des Tunnels gehören weitaus zum grössten Theile dem ersten Blatt an. Das zweite steht beim Maiensee und Umgebung ungemein steil, stellenweise fast seiger, dürfte demnach in unmittelbarer Fortsetzung, mit unbedeutenderen Zwischenlagen von Biotitgneiss etc., des ersteren unter St. Christoph überfahren worden sein. Natürlich setzt eine solche Folge Störungen voraus, die sich denn auch thatsächlich hier im Tunnel beobachten liessen und am Tage angedeutet werden.

Die beschriebenen Hornblende- und Epidotgesteine der Profile von Rautz und Hoppelandtobl streichen auf der oberen grossen Terrasse nahe der Tunnelaxe durch.

In der ganzen Gebirgsmasse sind die Muscovitgneisse, noch mehr die Hornblendegesteine der Menge nach untergeordnete Glieder; weitaus vorwaltend ist der Biotitgneiss, der hauptsächlich in der kleinknotigen Varietät bis weit nach Süden das Gebirge bildet.

Ueber die im Tunnelausbruche vorgekommenen Minerale.

Ueberall in den Alpen, wo die oben beschriebenen Gesteinsarten wieder anstehen, sind sie auffallend mineralarm, nur an einzelnen wenigen Orten enthalten sie nennenswerthe Mineralmengen. Es waren also auch hier a priori nicht viele zu erwarten, was denn auch thatsächlich zutraf, obwohl in den zahlreichen Klüften, welche das Gebirge durchziehen und von denen ja manche auch offen angefahren wurden, in räumlicher Beziehung sehr günstige Verhältnisse vorhanden wären. Die Ursache des Mineralmangels mag zum Theile in dem verhältnissmässig geringen Alter dieser Klüfte, zum Theile in der chemischen Beschaffenheit der die Gesteine zusammensetzenden Minerale begründet sein.

Erfahrungsgemäss ist der Albit derjenige Feldspath, welcher der chemischen Veränderung den grössten Widerstand entgegengesetzt. Die Granate bilden Chloritpseudomorphosen, bei welcher Umwandlung wenig Stoffabgabe erfolgt. Der Biotit, welcher sich augenscheinlich weitaus am leichtesten chemisch verändert, enthält zwischen seinen Lamellen und innerhalb dieser massenhaft Epidotneubildungen; eine über diese hinausgehende Zersetzung nimmt man kaum je wahr. Da der gewiss geringe Kalkgehalt des Biotit unmöglich zur Epidotbildung ausreicht, so ist wohl anzunehmen, dass jener der Granate bei der Umbildung in kalkfreien (oder doch sehr kalkarmen) Chlorit wenigstens zum Theil hiezu in Anspruch genommen wird, wohingegen die freiwerdende Magnesia dem Chlorit zufällt.

Wie schon oben bemerkt, ist eine allgemeine, sehr weitgehende chemische Veränderung nicht vorhanden, weit eher verfallen die Gesteine der Desaggregation. Die geringen, wohl überall zu beobachtenden chemischen Veränderungen führen aber auch sofort zu Neubildungen bei entsprechendem Austausch der Elemente. Unter so bewandten Umständen sind die circulirenden Wässer stoffarm und eine Veranlassung zum Absatz auf Klüften nicht oder nur im geringen Masse vorhanden.

Namentlich die Armuth der Gesteine an Calcium scheint eine höhere Widerstandsfähigkeit zu bedingen, denn in den kalkreicheren Hornblendegesteinen oder in deren Nähe finden sich denn auch sofort häufiger Mineralbildungen auf den Klüften.

Die beobachteten Minerale sind:

Pyrit.

Stellenweise erscheint dieser häufiger in den Gesteinen eingesprengt, bis zu nussgrossen, vielfach verwachsenen Krystallgruppen. Auch Durchwachsungszwillinge wurden, wenigstens in einem Falle, beobachtet. Zu krystallographischer Bearbeitung ist das vorhandene Material nicht geeignet.

Merkwürdig sind blechförmige, sehr dünne Ueberzüge auf feinen Klüften grösserer Quarzlinsen, wie solche im Biotitgneiss auftreten. Die einzelnen geschlossenen Pyritpartien erreichen nicht viel über 1 Quadratcentimeter Grösse, die Formen sind sehr verschieden, zum grösseren Theil geradlinig begrenzt. (4000 Meter vom provisorischen Ostportal.)

Magnetkies.

In den Muscovitgneissen lässt er sich oft als Einsprengling nachweisen. Wenn die Menge der Substanz grösser wird, ist ihr Vorkommen immer ähnlich dem eines Gangtrumes, und sind auch kleine Gänge bis zu 6 Centimeter Mächtigkeit überfahren worden. (4443 Meter vom provisorischen Ostportal.) Krystalle beobachtete man keine.

Flussspath.

Auf einer mit Calcitkrystallen ausgekleideten Kluft (3511 Meter vom provisorischen Westportal) fanden sich mehrere kleine Würfel von sehr hellgrünlich gefärbtem Flussspath. Calcit und Quarz sind im Alter wenig verschieden, Pyrit lagerte sich bei ziemlich fortgeschrittener Bildung der Calcitkrystalle ab, der Fluorit zuletzt, denn es sitzen die 1—2 Millimeter Kantenlänge habenden Hexaëder ganz frei auf Calcit. 144 Meter vom provisorischen Ostportal fanden sich ein paar violette und grüne Körner desselben Minerals.

Quarz.

Grössere Mengen frei ausgebildeter Quarzkrystalle für sich allein sind fast nur aus den Regionen des Muscovitgneiss bekannt und überhaupt äusserst selten als Drusen oder auf Spalten vorgekommen. Häufig erschienen sie mit Calcit. Die Combination der kleinen Krystalle ist die am Quarz gewöhnlichste: das aufrechte Prisma und die beiden Grundrhomboëder. Andere Formen erscheinen nur in spurenhafter Andeutung.

Calcit.

Der kohlen saure Kalk weist hier nennenswerthen Formenreichtum auf. Als Calcit krystallisiert fand er sich verhältnissmässig selten, aber jede mit Krystallen ausgekleidete Kluft brachte andere Combinationen, die Wiederholung der gleichen auf örtlich verschiedenen Klüften kam nicht vor. Weit aus die Mehrzahl gehört den Regionen des Biotitgneiss an, im Muscovitgneiss wurden besser ausgebildete Krystalle fast gar nicht beobachtet.

Folgende Combinationen gelangten in unseren Besitz:

1. 4780 Meter vom provisorischen Ostportal wurde in quarzreichen Schiefeln eine schmale, mit Krystallen ausgekleidete Kluft überfahren. Die farblosen Calcitindividuen schwanken sehr in der Grösse, $1\frac{1}{2}$ Centimeter bis $1\frac{1}{2}$ Millimeter sind die extremen grössten Durchmesser. Der Calcit ist jünger als die ebenfalls vorhandenen kleinen Quarzkryställchen. Eine kleine sechsseitige, verhältnissmässig dicke, tombakraune Biotittafel, welche in einen Quarzkrystall theilweise eingewachsen ist, dürfte gleichen Alters mit diesen sein. Biotit als Neubildung auf Klüften wurde nur in diesem einen Falle gefunden.

Am Calcit liessen sich folgende Formen beobachten:

Naumann	Miller	Hexagonal
oR	(111)	(0001)
∞R	(211)	(2110)

Rhomboëder.

Naumann	Miller	Hexagonal
R	(100)	(211)
$4R$	(311)	(841)
$10R$	(733)	(20 10 10 1)
$-\frac{1}{2}R$	(110)	(1122)
$-2R$	(111)	(2241)

Skalenoöder.

Ein solches, welches als Grenzform gegen das Grundrhomboöder zu betrachten ist und von diesem hauptsächlich durch die Streifung, welche letztere eine sonst kaum merkbare Kante hervorruft, unterschieden ist

und R_3 (201) (5141)

Die gemessenen Winkel werden zum Schluss in einer Tabelle für alle beobachteten Combinationen gemeinsam angeführt.

Der Habitus der Krystalle ist ein stark wechselnder, in Fig. 1, Taf. I ist eine Idealform in der Weise construirt, dass die Ausdehnung der einzelnen Flächen, wie sie auf der Mehrzahl der Individuen platzgreift, zu Grunde gelegt ist. Die dadurch bedingte Form des Krystalls ist aber an den natürlichen fast gar nicht zu beobachten, weil durchaus sehr weitgehende Verzerrungen statthaben; namentlich kurzgedrängte Gestalten, bei denen das stark gestreifte, matte bis rauhe Skalenoöder als Grenzform des Grundrhomboöders dominirt, sind am häufigsten. Die Basis ist namentlich an kleineren Kryställchen sehr scharf (an grösseren rau und gewölbt) ausgebildet, ebenso das Prisma und die Rhomboöder. Von letzteren bilden alle mit Ausnahme von $10R$ kleine Facetten, dieses ist aber häufig grösser als das Prisma. Die Skalenoöder R_3 sind parallel den Kanten zur jeweiligen unteren Fläche gestreift.

2. 3511 Meter vom provisorischen Westportal kamen auf einer grösseren Anzahl Klüften im Biotitgneiss, der hier durch das Ausbleichen des Glimmers bleigrau erscheint, in grösster Menge, wie der auf einer älteren Generation kleiner Quarzkrystalle, zahlreiche solche von Calcit vor. Die jüngste Bildung ist der oben erwähnte Flussspath. Als Seltenheit erscheint Pyrit im Calcit eingeschlossen.

Die Grössenverhältnisse schwanken wieder beträchtlich, die jeweiligen grössten Durchmesser betragen 2 Millimeter bis 1 Centimeter. Die Combination besteht aus dem sechsseitigen Prisma ∞R (211) und einer stark gestreiften, hexagonalen Pyramide. Die Messung zweier benachbarter Flächen ergab im Mittel $28^\circ 7.5'$. Nur auf einem Flächenpaar liessen sich die hellsten und lichten Bilder direct combiniren, nach der anderen Seite erhält man in Folge der Streifung ganze Serien. Wenn man nach der Methode von Brezina alle beobachtbaren Bilder combinirt und die so erhaltenen Werthe in eine Reihe nach aufsteigender Grösse ordnet, so erhält man Gruppen, welche um die Mittelwerthe $42^\circ 28'$, $36^\circ 37'$ und $26^\circ 55'$ schwanken. Der obige Winkel von $28^\circ 7.5'$ entspricht einem halben solchen an der γ -Axe von circa $75^\circ 56'$, welcher nach Irby¹⁾ dem Werth für $\frac{2}{3}P_2$ (210): $75^\circ 40' 24''$ nahe-

¹⁾ On the Crystallography of Calcite. Inag. Dis. Bonn 1878.

kommt. Unter den von Irby angeführten halben Winkeln an der x -Axe übersteigt aber keiner $75^{\circ} 40' 24''$, die oben gegebenen Grenzwerte entsprechen der Reihe nach $68^{\circ} 46'$, $71^{\circ} 41'$ und $76^{\circ} 32' 5''$, es wird also mit dem letzteren Winkel der Maximalwerth etwas überschritten, und ist so wohl die Berechtigung vorhanden, die hexagonale Pyramide $\frac{2}{3}P_2$ (210) anzunehmen, was vielleicht um so eher geschehen darf, als man den sonst seltenen Pyramiden hier noch öfters begegnet.

3. Aus unbekannter Tiefe von der Ostseite stammen Krystalle, die, auf quarzreichem Muscovitgneiss aufsitzend, eine schmale Kluft erfüllen, so dass die beiderseits angeschossenen Krystalle sich in der Mitte zum Theile berühren. Die jeweiligen grössten Durchmesser schwanken wieder zwischen 3 Millimeter und 1 Centimeter.

Die beobachteten Formen sind:

Naumann	Miller	Hexagonal
Prismen.		
∞P_2	(101)	(1010)
∞R	(211)	(2110)
Rhomboëder.		
R	(100)	(2111)
$4R$	(311)	(8441)
$-\frac{1}{2}R$	(110)	(1122)
$-\frac{2}{3}R$	(584)	(3362)
Skalenoëder.		
$R\frac{2}{3}$	(501)	(11174)

In Fig. 2, Taf. I, ist der allgemein zur Ausbildung gelangte Habitus dargestellt, nur dass die Rhomboëder R , $4R$ und $-\frac{2}{3}R$, ebenso das Skalenoëder $R\frac{2}{3}$ häufig im Verhältniss zu $-\frac{1}{2}R$ und den Prismen nach kleiner sind als in der Figur. $-\frac{1}{2}R$ ist stets stark, das hexagonale Prisma parallel der Zonenaxe zu $-\frac{2}{3}R$, $-\frac{1}{2}R$ u. s. w. sehr zart, das rhomboëdrische, parallel der Zonenaxe zu $R\frac{2}{3}$ und R , dichter gestreift.

4. 4294 Meter vom provisorischen Ostportal fanden sich auf einer weiten Kluft in quarzreichen Schiefen mit, durch etwas Chlorit grünlich gefärbtem Quarz, farblose, wasserhelle Calcitkrystalle, die auf einer ebenfalls grünlich gefärbten Quarzkruste aufsitzen. Die Krystalle schwanken zwischen 4 Millimeter bis fast 2 Centimeter Höhe nach der aufrechten Axe.

Beobachtete Formen:

Naumann	Miller	Hexagonal
Prismen.		
∞P_2	(101)	(1010)
∞R	(211)	(2110)
Rhomboëder.		
R	(100)	(2111)
Skalenoëder.		
R_3	(201)	(5141)

Dieses wird durch ein Skalenoëder abgestumpft, das in Folge seiner starken Streifung und Wölbung nicht genau messbar ist. Die erhaltenen Werthe weisen darauf hin, dass es einer genäherten Grenzform von $-\frac{1}{2}R$ entspricht. Die Winkel der Prismen weichen von 60° oft erheblich ab, doch liegen alle Flächen in einer Zone, müssen also den Prismen angehören. Die beträchtlichen Abweichungen (bis $52'$) kommen daher, weil gewöhnlich zwei verschiedene Individuen hier zusammenstossen.

Weitaus vorwaltend ist das Skalenoëder R_3 , dann folgt das, dieses abstumpfende. Die Prismenflächen sind klein, und R stumpft als schmale Facette die Kanten von R_3 zu dem oberen Skalenoëder ab, erscheint aber auch als treppenförmige Fortsetzung auf der stumpfen Kante von R_3 .

Sowohl auf den Quarz- als auch in den Calcitkrystallen nimmt man sechsseitige braune Täfelchen wahr. Wie die chemische Untersuchung lehrt, sind sie Eisenglanz, der auch stellenweise bunte Anlauffarben zeigt.

Interessant sind viele winzige Kryställchen und krümelige Aggregate, die auf Quarz und Calcit aufsitzen; wie weiter unten gezeigt werden wird, ist die Substanz schwefelsaurer Baryt.

5. Ebenfalls von der Ostseite, aber von unbekannter Tiefe, auf gleichem Muttergestein, jedoch ohne die Quarzkruste, stammen Krystalle, die wieder Eisenglanz als Einschlüsse enthalten und bei denen ebenfalls R_3 weit vorwaltet. Die grössten Krystalle mögen bis 3 Centimeter lang gewesen sein, sind aber auf unserem Handstücke nur theilweise erhalten.

Die Prismen sind nur als winzigste Facetten angedeutet, ebenso R . Das R_3 abstumpfende Skalenoëder ist aber hier ein anderes, welches sich $\frac{2}{3}R_3$ (410) (7255) sehr nähert oder wohl mit ihm identisch ist, da die Messungen zufolge der Streifung unter sich ziemlich differente Werthe geben.

6. Aus unbekannter Tiefe der Osthälfte liegt eine Stufe vor, wo auf Muscovitgneiss aufsitzenden Quarzkrystallen einzelne kleine, gelbliche Calcitkrystalle lagern. Sie sind zur Messung nicht geeignet, bestehen nur aus einem Skalenoëder, das steiler als R_3 zu sein scheint.

7. 3079 Meter vom provisorischen Ostportal fand sich auf einer weiten Kluft stark zersetzten quarzreichen Gesteines ein herabgefallener circa handgrosser Brocken, der einseitig mit kleinen Quarzkrystallen überzogen ist. Auf ihnen sitzen farblose Calcitkrystalle. Die grössten erreichten nach der horizontalen Symmetrieebene bis 4 Centimeter Durchmesser, bei circa 2 Centimeter Höhe. Zur Messung würden sich nur die Flächen eines circa $2\frac{1}{2}$ Centimeter Durchmesser habenden Individuums eignen, da es aber das einzige intacte, wohlausgebildete der Stufe ist, sollte es auf derselben erhalten bleiben.

Man beobachtet nur 2 Formen: Ein sehr flaches Rhomboëder, weit flacher als $\frac{1}{2}R$; es ist nicht nur gestreift, sondern zeigt auch ausnahmslos ganz unregelmässige, treppenförmige und andere Absätze. Die zweite Form ist ein sehr steiles, horizontal gestreiftes Rhomboëder; wenn diese als positiv aufgefasst wird, so ist die erstere negativ.

8. Auf einem Stückchen Feldspath, welches aus der Osthälfte zu Tage gefördert wurde, sitzen dicht neben einander kaum hanfkorn-grosse, flächenreiche, reizende Kryställchen. Die hier beobachteten Formen sind:

Naumann	Miller	Hexagonal
Hexagonale Pyramide.		
$\frac{1}{3} P_2$	(917)	(8081)
Rhomboëder.		
4 R	(311)	(8441)
10 R	(733)	(20 10 10 1)
— $\frac{1}{2} R$	(110)	(1122)
Skalenoëder.		
$\frac{1}{3} R_3^7$	(720)	(4133)
R_3	(201)	(5141)

Die Messungen des ersteren Skalenoëders stimmen nur genähert mit der angegebenen Form, was bei der starken Streifung nicht anders zu erwarten. Den erhaltenen Werthen nach würde die Form zwischen $\frac{1}{3} R_3^7$ und $\frac{2}{3} R_2$ liegen, nähert sich ersterer aber weit mehr und wurde deshalb als diese angenommen.

In Fig. 3 ist der häufigste Habitus zur Darstellung gelangt. Oefters beobachtet man auch ein stärkeres Vorwalten von R_3 ; nichtsdestoweniger wird die kugelige Gestalt durch vielfache Verzerrungen beibehalten. — $\frac{1}{2} R$ ist wie immer gestreift, sehr dicht $\frac{1}{3} R_3^7$.

9. 843 Meter vom provisorischen Ostportal kamen auf einer Kluft im quarzreichen Biotitgneiss ganz eigenthümliche Krystalle zur Ausbildung. Sie sind direct auf dem Gesteine aufgewachsen, eine vorhandene krümelige, vielfach unterbrochene Quarzkruste scheint ehemals die ganze Bruchfläche gleichmässig überzogen zu haben. Nebstdem beobachtet man kleine Pyritwürfelchen, die wenigstens zum Theile eine zeilenförmige Anordnung zeigen.

Am Calcit wurden beobachtet:

Naumann	Miller	Hexagonal
Hexagonale Pyramide.		
$\frac{1}{3} P_2$	(917)	(8081)
Rhomboëder.		
R	(100)	(2111)
18 R	(37 17 17)	(36 18 18 1)
Skalenoëder.		
R_3	(201)	(5141)

Intacte, vorhandene Krystalle sind bis 2 Centimeter lang, abgebrochene lassen auf doppelte Länge schliessen. Dabei sind sie nur 2, respective 4 Millimeter dick. Fig. 4, Taf. I, stellt einen Krystall mit dem hier allgemeinen Habitus dar.

10. 3513 Meter vom provisorischen Ostportal, wieder auf einer das Streichen verquerenden Kluft im normalen Biotitgneiss, fanden sich 2 Millimeter bis 1 Centimeter grosse, farblose Calcitkrystalle, die in Fig. 5, Taf. I, dargestellt erscheinen. Sie sind des Vorkommens zweier hexagonaler Pyramiden wegen von besonderem Interesse.

Beobachtete Formen:

Naumann	Miller	Hexagonal
Hexagonale Pyramiden.		
$\frac{4}{3} P_2$	(31 $\bar{1}$)	(20 $\bar{2}$ 1)
$\frac{1}{3} \frac{6}{6} P_2$	(917)	(8081)
Rhomboëder.		
R	(100)	(2 $\bar{1}$ $\bar{1}$ 1)
$4 R$	(3 $\bar{1}$ $\bar{1}$)	(8 $\bar{4}$ $\bar{4}$ 1)
$10 R$	(7 $\bar{3}$ $\bar{3}$)	(20 $\bar{1}$ 0 $\bar{1}$ 0 1)
$- 2 R$	(11 $\bar{1}$)	(22 $\bar{4}$ 1)
Skalenoëder.		
$\frac{1}{4} R_2$	(310)	(5144)
R_2	(20 $\bar{1}$)	(5 $\bar{1}$ $\bar{4}$ 1)

Das Grundrhomboëder ist so klein, dass es ohne starke Ueberreibung nicht mehr in die Zeichnung gebracht werden konnte, daher weggelassen wurde. Der in der Figur zum Ausdruck gebrachte Habitus ist der allgemeine, doch kommen auch mehr kugelige Individuen vor, deren gedrängte Gestalt durch weitgehende Verzerrungen bewirkt wird.

Es seien hiernochmals sämtliche beobachtete Formen und daneben die Anzahl ihres Auftretens angeführt.

Naumann	Miller	Hexagonal	Beobachtet
Basis.			
oR	(111)	(0001)	1 mal
Prismen.			
∞P_2	(10 $\bar{1}$)	(10 $\bar{1}$ 0)	3 "
∞R	(2 $\bar{1}$ $\bar{1}$)	(2 $\bar{1}$ $\bar{1}$ 0)	5 "
Hexagonale Pyramiden.			
$\frac{2}{3} P_2$	(210)	(10 $\bar{1}$ 1)	1 "
$\frac{4}{3} P_2$	(31 $\bar{1}$)	(2021)	1 "
$\frac{1}{3} \frac{6}{6} P_2$	(917)	(8081)	3 "
Rhomboëder.			
R	(100)	(2 $\bar{1}$ $\bar{1}$ 1)	6 "
$4 R$	(3 $\bar{1}$ $\bar{1}$)	(8 $\bar{4}$ $\bar{4}$ 1)	1 "
$10 R$	(7 $\bar{3}$ $\bar{3}$)	(20 $\bar{1}$ 0 $\bar{1}$ 0 1)	3 "
$18 R$	(37 $\bar{1}$ 7 $\bar{1}$ 7 $\bar{1}$)	(36 $\bar{1}$ 8 $\bar{1}$ 8 $\bar{1}$ 1)	1 "
$-\frac{1}{2} R$	(110)	(1122)	3 "
$-\frac{3}{2} R$	(554)	(3362)	1 "
$- 2 R$	(11 $\bar{1}$)	(2241)	2 "
Skalenoëder.			
$\frac{1}{4} R_2$	(310)	(5144)	1 "
$\frac{1}{3} R \frac{1}{3}$	(720)	(4133)	1 "
$\frac{2}{5} R_2$	(410)	(7255)	1 "
$R \frac{3}{2}$	(501)	(11 4 7 4)	1 "
R_2	(20 $\bar{1}$)	(5 $\bar{1}$ $\bar{4}$ 1)	6 "
Endlich zwei Skalenoëder als Grenzformen von R und			
$-\frac{1}{2} R$ je			1 "

Winkeltabelle.

Nummer des Vorkommens	Flächenbezeichnung			Winkelwerth		Zahl der Kanten	Grenzwerte
	nach Naumann	nach Miller	Hexagonal	berechnet nach Irby	gemessen		
1	$\infty R : R$	(211) (100)	(2110) (2111)	45° 23' 26"	45° 11'	1	—
	$\infty R : 4 R$	(211) (311)	(2110) (8441)	14° 13' 16"	14° 8'	1	—
	$\infty R : 10 R$	(211) (733)	(2110) (20 10 10 1)	5° 47' 18"	5° 36'	2	5° 36'
	$\infty R : -\frac{1}{2} R$	(112) (110)	(1120) (1122)	63° 44' 46"	64° 6'	2	64° 6'
	$\infty R : -2 R$	(112) (111)	(1120) (2241)	26° 52' 43"	26° 49'	1	—
	$R_3 : R_3$	(210) (201)	(511) (5141)	35° 35' 44"	35° 38'	1	—
		(201) (021)	(5141) (1541)	75° 22' 10"	75° 21'	1	—
3	$\infty R : \infty P_2$	(211) (101)	(2110) (1010)	30° — —	30° —	4	29° 52' — 30° 8'
	$\infty R : R$	(211) (100)	(2110) (2111)	45° 23' 26"	45° 14'	2	45° 12' — 45° 16'
	$\infty R : 4 R$	(211) (311)	(2110) (8441)	14° 13' 16"	14° 2'	2	13° 56' — 14° 7'
	$\infty R : -\frac{1}{2} R$	(112) (110)	(1120) (1122)	63° 44' 46"	63° 46'	1	—
	$\infty R : -\frac{2}{3} R$	(112) (554)	(1120) (3362)	34° 3' 5"	34° 38'	1	—
	$\infty P_2 : R$	(101) (501)	(1010) (11 4 7 4)	41° 1' 39"	40° 46'	7	39° 36' — 41° 40'
4	Spalt. $R : R$	(100) (100)	(2111) (2111)	180° — —	179° 55'	2	179° 43' — 180° 8'
	$R_3 : R_3$	(210) (201)	(511) (5141)	35° 35' 44"	35° 35'	1	—
		(201) (021)	(5141) (1541)	75° 22' 10"	75° 22'	1	—
5	$R_3 : R_3$	(210) (201)	(511) (5141)	35° 35' 44"	35° 40'	1	—
		(201) (021)	(5141) (1541)	75° 22' 10"	75° 22'	1	—
	$\frac{2}{5} R_3 : \frac{2}{5} R_3$	(410) (401)	(7255) (7525)	16° — 22"	15° 27'	4	15° 15' — 15° 43'
		(401) (041)	(7525) (5725)	49° 22' 38"	50° 1'	5	49° 37' — 50° 35'

Jahrbuch d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1885, 36. Band, I. Heft. (H. v. Foulton.)

13

[51]

Ueber die Gesteine und Minerale des Arberglunnels.

97

Nummer des Vorkommens	Flächenbezeichnung			Winkelwerth		Zahl der Kanten	Grenzwerte
	nach Naumann	nach Miller	Hexagonal	berechnet nach Irby	gemessen		
8	$\frac{1}{3} P_2 : \frac{1}{3} P_2$	(917) (197)	(8081) (0881)	58° 28' 4"	58° 26'	4	58° 26' — 58° 27'
	$4 R : -\frac{1}{2} R$	(917) (971)	(8081) (8801)	77° 58' 2"	78° 3'	1	—
	$10 R : -\frac{1}{2} R$	(337) (110)	(4481) (1122)	69° 32' 4"	69° 33'	8	69° 7' — 69° 57'
	$4 R : 10 R$	(311) (733)	(8441) (20 10 10 1)	8° 25' 58"	8° 37'	1	—
	$-\frac{1}{2} R : -\frac{1}{2} R$	(110) (011)	(1122) (2112)	45° 3' —	45° 8'	2	45° 5' — 45° 11'
	$\frac{1}{3} R : \frac{1}{3} R$	(720) (702)	(4133) (4313)	18° 1' 34"	18° 18'	4	17° 8' — 19° 30'
		(720) (270)	(4133) (1433)	46° 6' 50"	46° 33'	2	46° 15' — 46° 52'
	$R_3 : R_3$	(210) (201)	(5411) (5141)	35° 35' 44"	35° 38'	2	35° 38'
	(201) (021)	(5141) (1541)	75° 22' 10"	75° 20'	2	75° 16' — 75° 25'	
9	$\frac{1}{3} P_2 : \frac{1}{3} P_2$	(917) (197)	(8081) (0881)	58° 28' 4"	58° 28'	4	58° 24' — 58° 30'
	$R : R$	(917) (719)	(8081) (8081)	155° 14' 32"	155° 30'	1	—
	$18 R : 18 R$	(100) (010)	(2111) (1211)	74° 55' —	74° 56'	1	—
	$18 R : R$	(37 17 17) (17 37 17)	(36 18 18 1) (18 36 18 1)	60° 18' 48"	60° 22'	4	60° 18' — 60° 24'
	$18 R : R$	(37 17 17) (100)	(36 18 18 1) 2111)	42° 10' 2"	42° 17'	1	—
	$R_3 : R_3$	(201) (210)	(5141) (5411)	75° 22' 10"	75° 15'	1	—
10	$\frac{1}{3} P_2 : \frac{1}{3} P_2$	(311) (131)	(2021) (0221)	44° 6' 22"	44° 17'	2	44° 9' — 44° 26'
	$\frac{1}{3} P_2 : \frac{1}{3} P_2$	(917) (197)	(8081) (0881)	58° 28' 4"	58° 26'	2	58° 24' — 58° 28'
	Spalt. $R : R$	(100) (100)	(2111) (2111)	180° — —	179° 55'	1	—
	$4 R : 10 R$	(311) (733)	(8441) (20 10 10 1)	8° 25' 58"	8° 26'	1	—
	$10 R : -2 R$	(733) (111)	(20 10 10 1) (4221)	32° 40' 1"	32° 36'	1	—
	$-2 R : 4 R$	(111) (311)	(4221) (8441)	41° 5' 59"	41° 2'	1	—
	$\frac{1}{4} R_3 : \frac{1}{4} R_3$	(310) (301)	(5144) (5414)	20° 36' 28"	20° 32'	1	—
		(310) (130)	(5144) (1544)	41° 55' 20"	42° 5'	2	42° 4' — 42° 6'
	$R_3 : R_3$	(201) (210)	(5141) (5411)	35° 35' 44"	35° 39'	1	—
		(201) (021)	(5141) (1541)	75° 22' 10"	75° 25'	1	—

Einen Theil der Messungen habe ich in dem Universitäts-Institut meines geehrten Freundes und Lehrers Dr. A. Březina ausgeführt, und sage ich ihm für seine vielfache Unterstützung, die er meinen Arbeiten stets angedeihen lässt, meinen herzlichsten Dank.

Gyps.

Beim Bohren eines Loches, 3929 Meter vom provisorischen Ostportal, in harten, quarzreichen Schiefer wurde plötzlich eine weiche Partie angefahren. Nach dem Abthun des Bohrloches zeigte sich, dass dasselbe in farblosen Gyps gerathen war. Unsere Proben lassen die Ausfüllung einer Kluft durch diese Substanz annehmen¹⁾.

Baryt.

Die oben bei der Calcitcombination 4 erwähnten Kryställchen erreichen im Maximum als grösste Ausdehnung 0·5 Millimeter, sind farblos und besitzen recht gut spiegelnde Flächen, weshalb ein solches Individuum auch der Messung unterzogen werden konnte.

Mehrere Kryställchen und Aggregate wurden wiederholt mit concentrirter kochender Salzsäure behandelt, wobei sie unverändert blieben. Sie wurden nun mit kohlsaurem Natron-Kali aufgeschlossen, die Schmelze mit heissem Wasser behandelt und nach 12stündigem Absetzen die klare Lösung von einem weissen, sehr feinen Rückstand abgezogen. Nach dem Ansäuern ergab sich in wenigen Secunden in der vollständig klar gewordenen Flüssigkeit mit Chlorbarium die Reaction auf Schwefelsäure. Der feine, weisse Rückstand löste sich leicht in Salzsäure, und trat auf Zusatz von Schwefelsäure sofort eine weisse Trübung ein, die nach und nach einen entsprechenden Niederschlag lieferte. Es wurde in einer zweiten kleinen Probe die Abwesenheit von Kieselsäure constatirt, und ist demnach die Substanz schwefelsaurer Baryt.

An den nach *c* dicktafelförmigen Kryställchen (Miller'sche Aufstellung), wurden folgende Formen und Winkel beobachtet:

	Berechnet nach Miller	Gemessen im Mittel
<i>a</i> (100) : <i>b</i> (010)	90° —	90° 41'
<i>a</i> (100) : <i>c</i> (001)	90° —	90° 4'
<i>b</i> (010) : <i>c</i> (001)	90° —	89° 58'
<i>a</i> (100) : <i>m</i> (110)	50° 50'	51° —
<i>m</i> (110) : <i>m'''</i> ($\bar{1}10$)	101° 40'	102° —
<i>u</i> (011) : \bar{u} (0 $\bar{1}1$)	63° 39'	64° 29'
<i>d</i> (012) : \bar{d} (01 $\bar{2}$)	102° 17'	101° 28'
<i>b</i> (010) : <i>d</i> (0 $\bar{1}2$)	38° 51·5'	38° 33'
<i>b</i> (010) : <i>d'</i> (012)	38° 51·5'	39° 55'
<i>b</i> (010) : <i>u</i> (0 $\bar{1}1$)	58° 10·5'	57° 10'
<i>b</i> (010) : <i>u'</i> (011)	58° 10·5'	58° 17'
<i>a</i> (100) : <i>z</i> (111)	55° 19'	55° 25'
<i>c</i> (001) : <i>z</i> (111)	64° 18'	64° 29'

¹⁾ Im Gotthardtunnel wurden Gyps und Anhydrit öfters beobachtet. Siehe Stapff, Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch., Band 31, 1879, Seite 407—409.

Die Pinakoide geben mehrere Bilder (3), und nur wo diese combinirbar waren, ist die Abweichung von 90° gering; $b(010)$ ist ungemein klein und nur auf Schimmer eingestellt.

Die Abweichung der Domenwinkel vom theoretischen Werth ist bedeutend. Wie aber die angefügten Messungen zu $b(010)$ zeigen, findet die Abweichung hauptsächlich immer nach einer Seite statt, und zwar für u und d im verkehrten Sinne.

Gute Uebereinstimmung findet für $z(111)$ statt, wonach die Substanz, im Zusammenhalte mit der chemischen Prüfung, als Baryt bestimmt erscheint. Es hätte noch der Nachweis des optischen Verhaltens hinzugehört, allein es liess sich in dieser Richtung nur die gerade Auslöschung constatiren. Die Flächen sind so klein und verhältnissmässig ihrer so viele, dass durch Spiegelung, Totalreflexion u. s. w. jede erschöpfende Beobachtung über die Lage der Axenebene gestört wird; die gemachten widersprechen nicht dem Baryt. Ebenso liessen sich mit den kleinen Kryställchen keine entsprechenden Nachweise über die Spaltbarkeit erbringen.

Es ist naheliegend, den Ursprung des in diesem Baryt enthaltenen Baryums in den Feldspäthen zu suchen. Leider habe ich das Barytvorkommen kurz vor Schluss dieser Arbeit erhalten, so dass eine Prüfung grösserer Mengen Feldspathsubstanz nicht mehr durchzuführen war. Die Mengen müssen jedoch ausserordentlich gering sein, denn bei den oben angeführten Analysen wurde auch nicht eine Spur von Baryum erhalten.

Turmalin.

Dieses Mineral ist nur als Ausscheidung in Quarzlin sen beobachtet worden. Mitunter erreichen die schwarzen stengeligen Aggregate mehr als 10 Centimeter Länge, so z. B. bei 295 Meter vom provisorischen Ostportal.

Chabasit und Desmin.

Das Vorkommen der Zeolithe ist fast ausschliesslich an die Hornblendegesteine oder deren Nähe gebunden. So sitzen bis 1 Centimeter grosse Krystalle (die Mehrzahl ist weit kleiner) bei 4931 Meter vom provisorischen Ostportal direct auf Hornblendegneiss oder in den unmittelbar angrenzenden Biotitgneisspartien. Bei 3336 Meter vom provisorischen Ostportal erscheint die Neubildung auf einer Kluft in total zersetztem quarzreichen Biotitgneiss (?), ebenso 3149 Meter vom provisorischen Westportal, beidemale in der Nähe von Hornblendegesteinen. Viele Krystalle zeigen nur das Grundrhomboëder (bei rhomboëdrischer Auffassung des Chabasit), in den ersten beiden Vorkommen häufiger, beim letzteren selten gewahrt man die Abstumpfung durch $\frac{1}{2}R$.

Auf den ersten beiden Stufen findet sich auch Desmin in den bekannten garbenförmigen Aggregaten.

Rückblick und Schlussbemerkungen.

Das vom Arlbergtunnel durchfahrene Gebirge besitzt im Grossen einen einfachen Bau; es ist der nördliche, überkippte Flügel einer mächtigen Anticlinale krystallinischer Gesteine, an die sich transgredirend,

jüngere Ablagerungen: Verrucano und Trias anschliessen. Das allgemeine Streichen weicht nicht wesentlich von der Ost-West-Richtung ab, im Maximum 2°. Trotz der scheinbaren ruhigen Lagerung ist der ganze Gebirgsstock von zahlreichen Klüften durchzogen, in denen hauptsächlich zwei Richtungen hervortreten, die eine senkrecht auf das Streichen, die andere mehr weniger parallel demselben. Die Kluftbildung dauert bis in die jüngste Zeit fort, da über Tags zahlreiche offene Klüfte nach beiden Richtungen vorhanden sind, die selbst in leicht der Desaggregation verfallenden Gesteinen mit scharfen Rändern anstehen.

Besonders charakteristisch für das Terrain sind die vielfachen Terrassen, deren Bildung zum Theile in den Cohärenzverhältnissen der Gesteine (Cohärenzterrassen), zum Theile in den Klüften und Aufbrüchen (Aufbruchterrassen) begründet ist.

Das Gebirge wird vorzugsweise von Gneissen zusammengesetzt, innerhalb welcher andere Gesteine eine, der Menge nach, untergeordnete Rolle spielen.

Die Gneisse werden je nach der Art des vorwiegenden Glimmers in Muscovit- und Biotitgneiss getheilt, eine Unterscheidung, die auch für alle übrigen Eigentümlichkeiten durchgreifend ist.

Die Muscovitgneisse führen Mikroclin-Mikroperthit, ausserdem Albit. Beide sind durch grossen Reichthum an Einschlüssen ausgezeichnet. Die mangelnde Formausbildung und andere Merkmale weisen auf die gleichzeitige Bildung fast aller Minerale hin. Zerbrochene Krystalloide namentlich vom Feldspath lassen auf Bewegung im Gebirge während der Mineralbildung schliessen.

Diese Gneisse neigen wenig zur Varietätenbildung, haben aber auch ihre Schiefer, d. h. Gesteine, die reich an Glimmer sind und in denen der Feldspath ganz oder nahezu ganz fehlt. In diesen herrscht manchmal grösserer Reichthum an accessorischen Mineralen: Granat, Andalusit, Staurolith, Akmit und Apatit, doch ist derselbe immer nur local auf eine Gesteinspartie beschränkt.

Durch den Hinzutritt vieler kohligter Substanz und Anreicherung sehr kleiner Glimmerindividuen entstehen graphitische Schiefer, die niemals eine grosse Mächtigkeit erlangen, dafür ziemlich häufig als Zwischenlagen auftreten. In der Regel sind in ihnen Harnischbildungen oder doch glänzende Oberflächen zu beobachten, welche letztere ihres complicirten Verlaufes wegen nur die Folge sehr grosser Druckwirkung sein können.

Der Muscovitgneiss steht im Tunnel, mit zahlreichen Zwischenlagen von Biotitgneiss und Schiefen, bis zu 3144 Meter vom provisorischen Ostportal an, von wo ab bis zum Mundloche in Langen Biotitgneiss das herrschende Gestein ist. Ueber Tags streichen zwei Blätter von St. Anton über die Arlberghöhe, von denen das eine an den jüngeren Gesteinen abstosst, das andere im Streichen, aller Wahrscheinlichkeit nach, etwas umbiegt und bis südwestlich von Stuben zu verfolgen ist.

Der übrige Theil des Gebirges wird, abgesehen von ganz geringen Mengen Hornblende und Epidotgesteinen, von zahlreichen Varietäten des Biotitgneisses gebildet.

Dieser Gneiss erhält seinen Charakter durch den vorwaltenden Glimmer, der ein, im frischen Zustande, tiefbraun gefärbter Biotit ist. Fast nirgends fehlt auch hier Muscovit vollständig, aber selbst bei starker Anreicherung des letzteren geht der Charakter des Biotitgneisses doch nicht verloren, der namentlich auch in der chemischen Beschaffenheit, dem geringeren Kieselsäuregehalt u. s. w. zum Ausdrucke kommt. Der Biotit neigt, im Gegensatz zu den anderen Bestandtheilen, zur chemischen Veränderung, die ausnahmslos mit Neubildung von Epidot verbunden ist.

Der Feldspath ist hier weit überwiegend Albit, Orthoklas erscheint mehr als Ausscheidung. Ausser farblosem Epidot kommen noch alle anderen sonst im Gestein vorhandenen Minerale in reicher Menge als Einschlüsse im Feldspath vor, dies und fast allgemein fehlende krystallonome Begrenzung weisen auf die gleichzeitige Bildung der constituierenden, eine zum Theil etwas frühere der accessorischen Minerale hin.

Der Biotitgneiss neigt ausserordentlich zur Varietätenbildung, die in der verschiedenen Korngrösse, Vertheilung der Bestandtheile, namentlich des Glimmers, und in dem Hinzutreten accessorischer Minerale bedingt ist. So findet mit grossem Reichthume von Quarz einerseits, grossem Reichthume von Glimmer andererseits, welcher mit der Bildung von zusammenhängenden Häuten dieses Mineralen verbunden ist, ein steter Wechsel auf sehr geringe Erstreckungen in der Mächtigkeit statt, zwischen welchen Extremen die normalen Gneisse mit kleinen knotigen Auftreibungen, durch Feldspath und Granat bewirkt, liegen. An das glimmerreiche Extrem schliessen sich Schiefer, in denen aber der Feldspath fast niemals ganz fehlt,

Von den accessorischen Mineralen zeigen Rutil und Granat häufig schärfer entwickelte Krystallform. Wie ihr häufiges Auftreten als Einschlüsse beweist, gehört wenigstens ein Theil zu den frühesten Bildungen, namentlich gilt dies vom Rutil, weniger vom Granat, der ja selbst vielfach andere Minerale umschliesst. Die schärfer entwickelte Krystallform kann demnach nicht auf eine, den anderen Bestandtheilen vorausgehende Bildung allein zurückgeführt werden, wobei man noch voraussetzen muss, dass bei der vorausgehenden Krystallisation besonders günstige Verhältnisse in räumlicher Beziehung geherrscht haben, was ja keine feststehende Thatsache, wenn auch immerhin wahrscheinlich ist. Ich möchte diese Eigenthümlichkeit, wenigstens für den Granat, in einem hohen Krystallisationsvermögen der Substanz suchen, worauf auch die netzartigen und die perimorphosenartigen Bildungen deutlichst hinweisen. Substanzen, die ein solches nicht besitzen, werden niemals in solcher Form erscheinen, niemals im Stande sein, andere Minerale und sogar verschiedene solche zugleich, mit einer Hülle zu umgeben, die an Masse der umschlossenen nachsteht und in der Richtung der freieren Entwicklung wohl orientirt ist. Es sind diese Beobachtungen nur ein weiterer Beitrag für die Erkenntniss des hohen Krystallisationsvermögens der Granatsubstanz ¹⁾.

¹⁾ Vergleiche die diesbezügliche Folgerung in meiner Arbeit über die petrographische Beschaffenheit der krystallinischen Schiefer der untercarbonischen Schichten etc. etc. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanst. 1883, Band 33, pag. 207—252, darinnen pag. 247—251.

Bei der chemischen Veränderung der Granate erfolgt diese in vielen Fällen gleichzeitig auf den die Krystalle durchsetzenden Sprüngen und wird hiedurch eine typische Maschenstructur hervorgerufen. Eine andere Art der Umsetzung führt zur Bildung einer porzellanartigen Hülle oder eines solchen Kernes.

Während alle vorhandenen Minerale sich mehr weniger bezüglich ihrer Lagerung und Form der Parallelstructur anschliessen, findet dies beim Turmalin sehr häufig nicht statt. Bei seinem, hier selteneren Auftreten ist die Lage mindestens ebenso oft eine ganz regellose als orientirte.

In den Biotitgneiss erscheint auch in, im Streichen weit verfolgbaren Blättern tief braungelber Epidot in grösseren Säulchen als constantes accessorisches Mineral in geringerer Menge.

In einem Theile solcher Gesteine, die aber nur immer in sehr schmalen Blättern auftreten, wird der Biotit durch eine strahlsteinartige Hornblende ersetzt, und es entstehen Hornblendegneisse. Hiemit ist das Auftreten von wenig Apatit immer, jenes von viel Epidot meist verbunden. Der letztere ist entweder weingelb oder farblos, in welchem letzterem Falle die Hornblende stark zurücktritt, ja nahezu ganz fehlt. Bezüglich des farblosen ist der chemische Nachweis geführt, dass er dennoch eisenhaltig ist, in krystallographischer sind die Formen nach Thunlichkeit ermittelt und die optische Orientirung festgesetzt. Aus ähnlichen Vorkommen wird der Nachweis geliefert, dass eine scheinbare schiefe Auslöschung, d. h. eine thatsächliche solche gegen die Längsentwicklung der Kryställchen auf Verzerrungen zurückzuführen, die in der sehr ungleichen Entwicklung je zweier Pyramidenpaare begründet ist, welche letztere an gewissen Epidoten ja längst bekannt war.

Es erscheint sehr wahrscheinlich, dass in manchen Fällen solch farbloser Epidot für Salit gehalten wurde, und wird man in allen derartigen Fällen, wo man nicht Augitwinkel, Augitpaltbarkeit oder die Abwesenheit von Thonerde nachweisen kann, weit eher auf Epidot als auf Salit schliessen müssen.

Obwohl in dem Gebirge, das der Arlbergtunnel durchfährt, räumlich reichlich Gelegenheit zur Neubildung von aufgewachsenen Mineralen vorhanden ist, begegnete man nur selten solchen, was theils in dem geringen Alter der Klüfte, im Mangel an kalkreicheren Mineralen im Gestein und endlich in dem Umstande zu suchen sein dürfte, dass diese mehr der Desaggregation unterliegen und die chemische Veränderung der die Gesteine zusammensetzenden Minerale eine beschränkte ist, welche sofort zu localen Neubildungen führt.

Von hervorragendem Interesse unter den Neubildungen ist der Calcit. Der enorme Formenreichtum, den wir an diesem Mineral kennen, lässt annehmen, dass die Substanz gegen Einflüsse verschiedenster Art in puncto des Formenwechsels äusserst empfindlich ist. Ein Beweis hiefür liegt wohl in den oben beschriebenen Vorkommen. Wenn auch der Biotitgneiss zahlreiche Varietäten bildet, so wechseln diese auf so kleinen Entfernungen, dass man für circulirende Lösungen das Gestein als sehr gleichmässig bezeichnen kann, wonach man auch eine gleiche Beschaffenheit für die ersteren anzunehmen berechtigt ist. Auch die übrigen Verhältnisse, soweit sie beobachtet werden konnten, bieten kein

Moment, welches man als Veranlassung zu dem steten Formenwechsel ansehen könnte. Aller Wahrscheinlichkeit nach liegt sie doch in der Beschaffenheit der jeweiligen Lösung. So verlockend es auch ist, dieses Thema gleich hier ausführlicher zu behandeln, muss doch darauf verzichtet werden, und möchte ich nur ein Beispiel anführen, welches zeigen soll, wie weit die Empfindlichkeit mancher Substanzen geht. Bekanntlich krystallisirt die schwefelsaure Magnesia aus reiner Lösung holoëdrisch, mit Borax versetzt hemiëdrisch. Der isomorphe Zinkvitriol verhält sich nun, wie ich durch neuerliche Versuche wiederholt constatiren konnte, genau eben so. Weitaus der grösste Theil der Borsäure fällt aber bei dem Zusatz von Borax als basisches Zinksalz aus der Lösung und wenn diese nach wiederholten Filtrationen ganz klar ist, kann man selbst mit der höchst empfindlichen Curcumapapier-*Reaction* kaum Borsäure nachweisen und dennoch erscheint kein einziger holoëdrischer Krystall mehr. In Anbetracht solcher Thatsachen müssen wir wohl darauf verzichten, die Natur in dieser Richtung in allen Fällen controlliren zu wollen, wo es aber thunlich ist, soll es umso weniger unterbleiben.

Fig. 1.

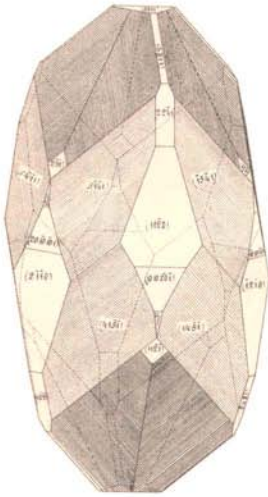


Fig. 2.

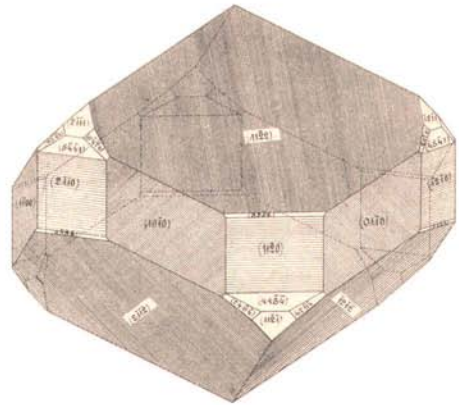


Fig. 4.



Fig. 3.

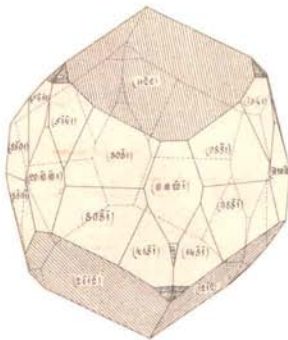
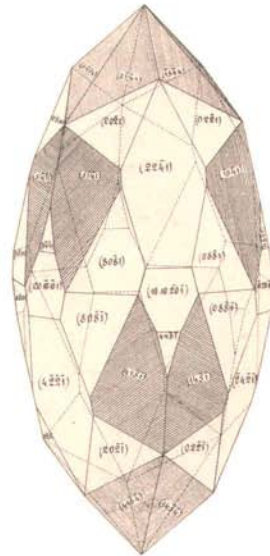


Fig. 5.



Gezeichnet: Foullon.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien