

NOVA ACTA
der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher
Bd. LXIV. Nr. 1.

Ueber
Serpentin und Schiefer
aus dem Brennergebiete.

Von
J. Blas
in Innsbruck.

Mit 2 Tafeln Nr. I und II und 6 Textfiguren.

Eingegangen bei der Akademie am 21. August 1893.

HALLE.

1894.

Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.

Für die Akademie in Commission bei Wilh. Engelmann in Leipzig.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Litteratur	5
Geologische Verhältnisse	7
Petrographische Verhältnisse	14
Chemische Verhältnisse	44
Erklärung der Abbildungen	59

Litteratur.

Ueber einen Theil der im Folgenden beschriebenen Gesteine liegen bereits zwei Arbeiten vor, deren Ergebnisse mit den hier geschilderten Beobachtungen einerseits überhaupt nicht, andererseits nur theilweise in Einklang zu bringen sind.

v. Drasche (Ueber Serpentin und serpentinihnliche Gesteine, Tscherm. Min. Mitt. 1871, S. 1 ff.) kommt zum Schlusse, dass der Serpentin von Matrei aus einem olivinhaltigen Gesteine entstanden sei.

E. Hussak (Ueber einige alpine Serpentine, eodem. V. Bd. 1883, S. 61 ff.) hlt den Matreier Serpentin ebenfalls fr einen Olivinserpentin. Die Beschreibung einiger grner Schiefer von Pfons lsst sich nur schwer mit der von mir gegebenen in Uebereinstimmung bringen.

Die Darstellung beider Autoren ist im Auszuge auch in J. Roth's Allgemeine und chemische Geologie, II. Bd. 1887, S. 536 bergegangen.

Geologische Verhältnisse.

Vier bis fünf Wegstunden südlich von Innsbruck liegt an der Brennerstrasse der Markt Matri. Etwa 20 Minuten südlich davon mündet von Osten her das 4 Stunden lange Navisthal; wenig nördlich vom Markte beim Dorfe Pfonz zieht ebenfalls am östlichen Gehänge eine steile Thalfurche, der Pfonser Graben, herab. Zwei Stunden weiter südlich an der Brennerstrasse liegt das Dorf Steinach, von wo gegen SW. hin das Gschnitzthal sich öffnet. Strasse und Eisenbahn folgen der vom Brenner gegen Nord zum Innthal fließenden Sill. Das linksseitige Sillthalgehänge von Steinach bis in die Nähe von Innsbruck besteht aus Glimmerschiefer; darüber liegen eigenthümlich metamorphosirte Kalke und Schiefer, welche zur Trias gezählt werden. Südlich vom Gschnitzthale stehen ebenfalls am westlichen Sillthalgehänge, am Steinacher Joche, die bekannten Carbonschichten an. Das östliche Gehänge besteht vorwiegend aus Thonglimmerschiefer (Quarz- und Kalkphyllit), dem bei Matri und im Navisthale in reichem Wechsel verschiedene Schiefergesteine, Serpentin, Kalk und Dolomit aufgelagert sind. Ein Theil dieser Gesteine ist Gegenstand der folgenden Abhandlung.

Die Wurzeln des Navisthales liegen in einer etwa 14 km betragenden Entfernung von der Mündung in einem gegen Westen offenen halbkreisförmigen Gebirgszuge, dessen hervorragendste Erhebungen, die „Tarnthaler Köpfe“ genannt, von Süd gegen Nord die Geierspitze (2856 m), der Reckner (2882 m), die Sonnenspitze (2841 m) und die Klammspitze (2360 m) sind. Südlich schliesst sich in Nordsüdrichtung ein Grat gegen das Tuxer Joch hin an. Nordwestlich von der Klammspitze zieht eine langgestreckte Einsattelung der „Rossboden“ gegen die Sonnenspitze (2564 m). Letztere liegt in dem Grate,

welcher halbkreisförmig das gegen Norden ins Innthal sich öffnende Volderthal umgiebt. Zwischen ihr und dem in diesem Grate weiter westlich sich erhebenden Rosenjoch liegt der Navissattel, eine Scharte, welche vom Volderthale ins Navisthal führt. Etwas südlich vom Rosenjoch zweigt sich über Kreuzjöchl, Mieslkopf und Pfonserjoch gegen Westen ein Rücken ab, der das Navisthal von dem oben erwähnten Pfonser Graben trennt. Etwa drei Stunden von Matrei entfernt liegt im Navisthale die Kirche der ausgebreiteten Gemeinde Navis; hier verzweigt sich das Thal, der Hauptstamm wendet sich etwas nach Nordost und erhält seine Zuflüsse von dem oben erwähnten Kranz von Bergen, der zweite, kleinere, wendet sich nach Südost und verzweigt sich gegen den Kamm hin, der von der Geierspitze abzweigend das Navis- und das Schmirnthal trennt.

Im Gebiete der „Tarnthaler Köpfe“, sowie im Pfonser Graben und unten bei Matrei liegen Gesteine, über deren geologisches Alter bisher¹⁾ nichts Sicheres bekannt wurde. Pichler²⁾ hält diese Ablagerungen für metamorphosirten Lias, Stache³⁾ und die geologisch colorirte Generalstabkarte, herausgegeben von der k. k. geologischen Reichsanstalt, weisen diesen Gebilden ein höheres Alter an.

Von den obersten Zweigen des Navisthals senkt sich der ganze Schichtencomplex westlich gegen Matrei herab und stösst hier längs einer Bruchlinie, die dem Sillthale folgt, am Glimmerschiefer der Stubeier Masse ab. Es liegen daher in der Gegend von Matrei und bei Pfonse wesentlich dieselben Gesteine vor, wie oben an den Tarnthaler Köpfen. Es sind neben Kalk, Dolomit und Breccien hiervon bunte krystalline Schiefer in Verbindung mit Ophicalcit und Serpentin.

1) Vorliegende Arbeit wurde bereits im Mai 1893 fertiggestellt und aus der Hand gegeben. Inzwischen ist „Rothpletz, Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen, Stuttgart, 1894“ erschienen, worin unser Gebiet ebenfalls besprochen wird. Selbstverständlich kann in dieser, in die Correctur eingefügten Notiz auf die in der erwähnten Arbeit ausgesprochenen Anschauungen nicht weiter eingegangen werden. Ich will nur im allgemeinen hervorheben, dass ich die dort gegebene Darstellung mit meinen Beobachtungen, wenigstens soweit sie sich auf das Pfonser und Matreier Gebiet beziehen, nicht in Einklang zu bringen vermag.

2) Zeitschrift des Ferdinandeums, III. Folge, 8. Heft. Innsbruck 1859.

3) Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1874.

Nur ein Theil der letzteren aus der Gegend von Matrei und Pfons ist Gegenstand der folgenden petrographischen Bearbeitung.

Profile bei Pfons und Matrei. Einige hundert Meter südlich von Pfons wurde zur Gewinnung von Serpentin ein Steinbruch angelegt.

Fig. 1 zeigt einen Durchschnitt durch die hier aufgeschlossenen Gesteinsschichten von Ost nach West. Die Schichten fallen steil nach West bei nordsüdlichem Streichen. Die Gesteine sind übrigens stark zerknittert, gefältelt und zerrissen, so dass man nur von einem durchschnittlichen Nord-südstreichen sprechen kann. Die unterschiedenen Abänderungen gehen allmählich und ohne scharfe Grenze in einander über. Im Liegenden trifft man

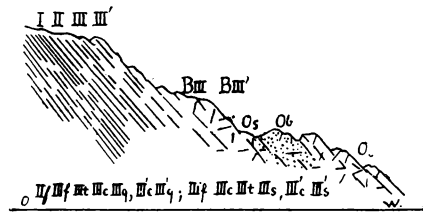


Fig. 1, Profil durch den Serpentin-Steinbruch bei Pfons.

gelblich- bis grünlich-graue seidenglänzende, quarzphyllitähnliche, dünnplattige Schiefer (Beleg I). Sie sind in der Fallrichtung gestreckt und von zahlreichen Querrissen durchsetzt. Sie gehen nach oben allmählich in intensiv gefältelte, stark zerrissene hellgrüne Schiefer (Beleg II) über. Diese nehmen nach und nach eine mehr dunkelgrüne Färbung an (Beleg III) und wechseln mit düster violettrothen Lagen (Beleg III'). An Stellen starker Störung und besonders dort, wo offenbar ein Gleiten der Bruchstücke stattgefunden hatte, stellen sich an II und III, allmählich aus ihnen hervorgehend, dunkelgrüne fettglänzende, sehr weiche, mild sich anfühlende schieferige Massen ein (Beleg III f). An anderen Punkten sind rothe und grüne Schiefer zu mit Calcit, Quarz und Feldspath verbundenen Breccien aufgelöst (Beleg B III und B III'). Nach und nach nehmen diese letzteren jene Gesteinsbeschaffenheit an, um welcher willen der Steinbruch angelegt worden ist. Es sind dies eigenthümliche Schieferbreccien (Beleg O s) und breccienartige Gesteine ohne durchgreifende Schieferung (Beleg O b), die ohne scharfe Abgrenzung in einander übergehen und so zu sagen durcheinander geknetet sind. Sie werden als „Ophicalcit“ oder kurzweg als „Serpentin“ gebrochen und zu Zierbausteinen verarbeitet. Beide Abänderungen vereint werde ich im Folgenden kurz mit O bezeichnen. Das Gestein O besteht aus einem Gemenge aller im Folgenden beschriebenen Abänderungen, die entweder durch körnigen oder

faserigen Kalk verbunden und ausserdem von Kalk so zu sagen durchtränkt sind.

Der Uebergang der grünen und rothen Schiefer in dieses Gestein ist ein zwar überall klar erkennbarer, aber schwer zu beschreibender. Das Gestein O ist das Product einer intensiven durch Zug, Druck und Gleiten hervorgerufenen Zertrümmerung, mit welcher höchst auffallende und schwer zu erklärende chemische Vorgänge verbunden waren, als deren Endproduct der Serpentin auftritt.

Um diesen complicirten Uebergang aus den wohlgeschichteten grünen und rothen Schiefen II, III und III' in den Serpentin zur Vorstellung zu bringen, mögen einige kurze Sätze dienlich sein.

Die oben erwähnte Abänderung IIIf an den Gleitflächen wird mächtiger; bei intensiver Zertrümmerung nehmen die Schieferstücke in ihrer ganzen Masse die Eigenschaften der Abänderung IIIf an; die einzelnen Brocken sind an einander vorbeigequetscht worden und lassen sich daher leicht in eigenthümlichen zugeschärften, linsenförmigen, dunkelgrünen, lebhaft fettglänzenden, weichen Stücken oder Splintern mit der Hand ablösen. Diese Abänderung überzieht oft die Oberfläche grösserer Schieferbrocken und führt von aussen nach innen ganz allmählich zur unveränderten Schiefermasse über. Die Fragmente von der Ausbildung IIIf werden sodann noch weicher, heller gefärbt, fühlen sich wie Talk an (Beleg IIIft), da und dort hat man einen hellgrünen Talk (IIIt) vor sich. Der verbindende Calcit ist entweder körnig, hell weiss, marmorartig oder faserig. Vielfach verlieren die von diesem Bindemittel umgebenen Schieferfragmente ihre Selbständigkeit vollständig, sie sind von Kalk oder Quarz vollkommen durchtränkt (Beleg IIIc und IIIq) und verfliessen oft bis zum vollständigen Verschwinden in der Bindemasse. Besonders gilt dies von dem rothen Schiefer III' (Beleg III'c), dessen Masse schliesslich nur mehr als rother den Calcit roth färbender Staub vorhanden ist. Die Breccien, welche diese Abänderungen führen, sind entsprechend mit BIIIc, BIII'c oder B(IIIc + III'c) etc. etc. bezeichnet.

Wie erwähnt, sind alle diese Abänderungen in dem „Ophicalcit“ genannten Gesteine vereinigt; in diesem Gesteine ist das Bindemittel körniger Calcit. Da und dort hat aber das Gestein ein anderes Aussehen; der Calcit ist faserig, die umhüllten Brocken sind dunkelgrün, fettglänzend, linsen- und

schuppenförmig. Diese eigenthümlichen Breccien gehen aus den Schiefeln II und III in der Weise hervor, dass sich dieselben allmählich abblättern; zwischen die Blätter und Schuppen, welche mehr und mehr den Charakter von IIIf und IIIft annehmen, tritt Faserkalk. In grösserer Entfernung vom unveränderten Schiefer verlassen diese losgelösten Fragmente ihre parallele Lage, sie erscheinen in Form ganz unregelmässig begrenzter, abgerundeter, stumpfkantig zugespitzter, fettglänzender Knollen mit geritzter Oberfläche (Beleg IIIs). Mehr und mehr zieht sich dann der verbindende Faserkalk zurück und schrumpft schliesslich zu papierdünnen Häutchen zwischen den allseitig aneinander schliessenden grünen Brocken zusammen. Man hat dann Massen vor sich, die sofort als Serpentin angesprochen werden.

Dieses letztere Gestein trifft man in grösserer Ausdehnung im unteren Theile des Pfonser Grabens, wenig oberhalb der Kirche anstehend. Es geht, wie dies am rechtsseitigen Gehänge gut zu sehen ist, durch Vermittelung von BIIIa aus dem Schiefer II hervor.

Unten an der Sill, nördlich vom Markte Matrei, trifft man dieselben Gesteine neuerdings. Sie bauen den Hügel, welchen das Schloss Matrei krönt, auf. Dieser Hügel liegt wie ein Querriegel im Thale; die Sill weicht, bei ihm angelangt, plötzlich rechts aus, schneidet den Schlosshügel in tiefer Schlucht vom rechtsseitigen Gehänge ab und kehrt dann wieder in ihr ursprüngliches, südnördlich gerichtetes Bett zurück. Die be-

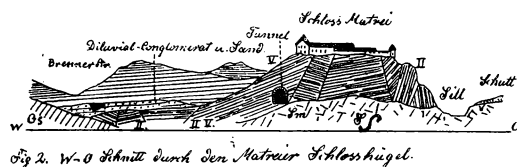


Fig. 2. W.-O. Schnitt durch den Matreier Schlosshügel.

folgenden Zeichnungen Fig. 2, Fig. 3 und 4 geben ein Bild von dem geologischen Aufbau dieses Hügels.

Die oberhalb Pfons steil gegen die Sill abfallenden Schichten legen sich unterhalb des Dorfes mehr oder weniger horizontal, streichen über den Silleinschnitt (Fig. 2 rechts) auf die andere Thalseite und enden am gegenseitigen Gehänge längs einer Bruchspalte am Glimmerschiefer (Gs) der Stubeier-Masse. Dieser Bruchlinie folgte ursprünglich das Sillthal auch an dieser Stelle, heute ist es hier von diluvialen Sanden ausgefüllt (Fig. 2 links), die eine ältere conglomerirte diluviale Thalausfüllung unterteuft.

Der Schlosshügel selbst besteht unten an der Sill aus Ophicalcit und Serpentin (S), der von stark gestörten grünen Schiefen II, die mit grauen

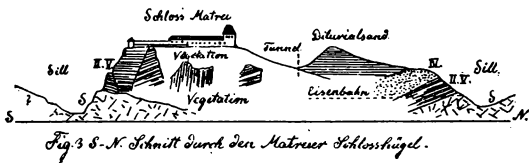


Fig. 3 S.-N. Schnitt durch den Matreuer Schlosshügel.

Kalkschiefern (Beleg V) wechseln, überlagert wird. Die Grenze beider Gesteine ist an der Südseite des Hügels entweder von Vegetation bedeckt oder wegen der Steilheit der Felsen nicht zugänglich. So-

viel man von der Ferne sehen kann, scheint sie ziemlich ausgeprägt.

An der Südseite des Hügels fallen die Schichten flach nach Norden; an der Ostseite erscheinen sie stark gestört, zerrissen, stellenweise senkrecht aufgestellt; im Norden des Hügels fallen sie südwärts. Hier liegt (vergl. Fig. 3 und 4) zu oberst eine Scholle gelben kalkigen Sandsteines (IV)¹⁾. Derselbe führt die darunter folgenden Schiefer als Einschlüsse. Unter dem Sandsteine liegen, flach nach Süden geneigt, grüne Schiefer II, wechsellagernd mit grauen Kalkschiefern (V), herabreichend bis etwas unterhalb des Niveaus der Bahnlinie, die in einem Tunnel den Schlosshügel durchbohrt. Diese Schiefer grenzen ziemlich scharf gegen den untenliegenden Ophicalcit und Serpentin. Letzterer wechsellagert hier mit den dunkelgrünen Schiefen III und den violettrothen III', welche theilweise in die Breccien BIII und BIII' mit ihren oben erwähnten Abänderungen B(IIIc, IIIq, III'c, III'f etc.) und mittels Os und Ob in den Serpentin S übergehen. Das Profil Fig. 4 stellt dieses Ver-

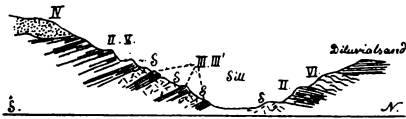


Fig. 4. Profil am Nordabhang des Matreuer Schlosshügels.

hältniss dar. Die Nordabdachung des Schlosshügels ist ausnehmend reich an allen möglichen Uebergängen vom Serpentin in die Schiefer III und III'. Man kann Dutzende von Handstücken schlagen, von

denen jedes geeignet ist, irgend eine neue Phase dieses höchst beachtenswerthen Umwandlungsprocesses darzustellen. Ich muss in dieser Arbeit leider darauf verzichten, auch nur die auffallendsten darunter zu schildern, um dieselbe nicht

¹⁾ In grösserer Ausdehnung findet sich derselbe an den Tarnthaler Köpfen und in einzelnen Partien im Pfonser Graben.

allzusehr auszudehnen. Nicht unterlassen kann ich es jedoch, auf die Grenze dieser Gesteine gegen die Sillbruchlinie am Glimmerschiefer als besonders beachtenswerth hinzuweisen. III und III' wechsellagern hier in dünnen Lagen mit Kalkzwichenschichten. Sie selbst sind vollständig von Kalk durchtränkt, die dunkelgrünen sind zum Theil fast ganz schwarz gefärbt und schwer geworden von massenhaft ausgeschiedenem Magneteisenerz, welches in solcher Menge vorhanden ist, dass die Schiefer sehr kräftig auf die Magnetnadel wirken. Dabei sind sie bis ins Kleinste zertrümmert, die zahllosen Risse mit Calcit ausgeheilt, die grösseren Spalten und Rutschflächen mit den Abänderungen IIIf, IIIft, IIIs und III's bedeckt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Abbruch der Schiefer an dieser Spalte ihre Zertrümmerung zur Folge hatte und dass die an der Spalte zu Tage tretenden chemischen Agentien, wie heisse Quellen und Dämpfe im Verein mit den mechanischen Vorgängen die unten zu beschreibenden Umwandlungen verschuldet haben.

An der Südseite des Matreier Schlosshügels knapp neben dem Tunnel-
eingeänge wurden an der Grenze des Serpentins gegen die hangenden Schiefer II
und V mehrere Stücke geschlagen, die uns später noch ausführlicher be-
schäftigen werden. Das Gestein (Beleg Sm) bildet die Grenze des Serpentins
gegen die Schiefer und geht selbst allmählich in den Serpentin S über.

Petrographische Verhältnisse.

Aus der folgenden Darstellung wird hervorgehen, dass der Matreier Serpentin aus den grünen Schiefen hervorgegangen ist. Oben bei Pfons liegen diese Schiefer unter dem Serpentin und gehen durch Ophicalcite allmählich in ihn über. Hier bei Matrei liegen die Schiefer über demselben. Will man nicht eine äusserst complicirte Umkippung annehmen, so geht daraus hervor, dass die Umwandlung nur einen mittleren Theil des Complexes der grünen und rothen Schiefer betraf.

Gestein I. Gelblich- bis grünlichgrauer, seidenglänzender, stellenweise fettglänzender, phyllitähnlicher Schiefer. Verschwommen grünlich gestreift und gefleckt. Sehr fein gefältelt, sehr weich; in der Fallrichtung gestreckt, mit zahlreichen Querrissen, die durch Calcit und Quarz und ein dunkelgrünes, dichtes Mineral ausgefüllt sind. Die Querrisse sehen auf den Schichtflächen wie Querschnitte in einem Hautmuskel aus. Braust mit Säuren nicht; erinnert lebhaft an gewisse Sericitschiefer vom Taunus.

Unter dem Mikroskope zeigt sich ein sehr feinkörniges, durchaus krystallines Gemenge von vorherrschend Feldspath mit spärlichem Quarz, ferner Serizit in den charakteristischen gewunden faserigen Schüppchen und Flitterchen. Da und dort eingestreut liegen Turmalinkryställchen. In ausserordentlicher Menge finden sich sodann winzige Rutilnadelchen, die bekannten „Thonschiefernadelchen“. Dem freien Auge erscheinen sie wie ein feiner seidenglänzender Filz, der den Dünnschliff in Streifen und Flecken nach Art eines sogenannten gewässerten Seidenbandes bedeckt. Die Rutilnadelchen bedingen den Seidenglanz des Schiefers; die Art ihres Vorkommens in demselben beweist, dass sie loco entstanden und nicht etwa aus einem klastischen Gesteine herüber genommen und mechanisch beigemengt wurden.

Gestein II. Hellgrüner, matt seiden- bis fettglänzender Schiefer, verschwommen dunkelgrün gestreift, viel härter als I, ritzt Kalkspath, nicht leicht spaltbar. Intensiv gefältelt längs der Fallrichtung, quer gegen dieselbe von zahllosen Rissen durchsetzt, dieselben ausgeheilt wie oben (bezüglich der dunkelgrünen Ausheilungsmasse vergleiche den folgenden Beleg II f). Die Bruchstücke gegen einander verschoben; mitunter ist das Gestein zu einer Breccie aufgelöst. Führt Pyrit und Kupferkies in linsenförmigen oder unregelmässigen Nestern und einzelnen Krystallen. Ausnehmend schönes, das Interesse sofort in Anspruch nehmendes Gestein.

Vor dem Löthrohre schmilzt es nicht besonders schwierig zu einem dunkel grünlichgrauen Email. Mit Salzsäure braust es nicht.

Die Spaltenfüllmasse dieses Gesteins, Beleg II f, verdient eine besondere Besprechung. Stellenweise sind die Spalten nur weiss ausgefüllt. Anscheinend (vergleiche die mikroskopische Beschreibung) besteht sie dann nur aus Quarz; nicht selten sind die Adern zum Theil ausgewittert und der Rest zeigt dann schöne Quarz- und Feldspathkrystalle. Da und dort findet man späthigen Kalk, sehr häufig gelben Ankerit. Gewöhnlich mengt sich nun aber der weissen Füllmasse eine dunkelgrüne, dichte Mineralsubstanz bei oder herrscht vor. Dieselbe hat nahezu Quarzhärte, die jedoch, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, nicht ihrer Natur entspricht, sondern von dem innig beigemengten Quarze herrührt. Dasselbe grüne Mineral ist auch der grünfärbende Bestandtheil des Schiefers, es durchzieht ihn in verschwommenen Linien, Streifen und Bändern längs der Streckung des Gesteins. Im Querbruch lässt es durch seine dunkle Färbung die Fältelung besonders deutlich erkennen.

Die Dünnschliffe des grünen Schiefers II geben ziemlich abweichende Bilder, je nachdem man sie von verschiedenen Stellen des Gesteins anfertigt. Hierdurch wird auch die Schilderung umständlich. Um dies möglichst zu vermeiden, will ich mehr referirend über die Ergebnisse der Durchmusterung einer grösseren Zahl von Schliffen vorgehen und zur Unterstützung der Vorstellung einige photographische Aufnahmen beifügen. (Vgl. Fig. 1, 2, 5, Taf. I.)

Die Schliffe sind blassgrünlich, trübgelblich gefleckt und gestreift, an solchen Stellen seidenglänzend. Die trüben, gelben Flecken und Streifen

lassen sie häufig nach Art einer Holzmaser gezeichnet erscheinen. Ausgeheilte Zerreißungsklüfte erhält man in jedem Schliff, so durchgreifend ist das Gestein zertrümmert.

In gewöhnlichem Lichte hat man bei genügender Dünne des Schliffes eine farblose bis grünliche Masse vor sich, die in der angegebenen Weise holzmaserähnlich oder auch durch unregelmässige Flecken, welche im durchfallenden Lichte trüb, im auffallenden blassgelb erscheinen, gezeichnet ist. Zwischen den Nicols sieht man in der Mehrzahl der Schliffe, das heisst in jenen, welche aus der vorherrschenden Abänderung des Gesteins stammen, im Wesentlichen das Bild von Gestein I. Die Hauptmasse ist ein körniges Feldspathgemenge; der Sericit lässt sich kaum mehr mit Sicherheit erkennen, dagegen liegen in grosser Menge unregelmässig begrenzte grüne Blättchen eingestreut, die stellenweise vorherrschend werden, mit einander verschmelzen und in langgestreckten linsenförmigen Partien der Streckung des Gesteins entlang durchziehen (*c* in Fig. 5, Taf. I). Das grüne Mineral zeigt, das ist besonders in den verschmolzenen Partien deutlich, einen recht lebhaften Dichroismus zwischen einem kalten blaugrün und einem warmen grasgrün. Es ist, wie aus der folgenden Schilderung der grünen Ausheilungsmasse der Klüfte (Abänderung II*f*) und den chemischen Analysen mit voller Sicherheit hervorgeht, Prochlorit. Die gelben, trüben Streifen und Flecken werden von den längs den Stellen intensivster Fältelung dicht angehäuften, sonst spärlicher vertheilten Rutilnadelchen gebildet.

Schliffe aus solchen Stellen des Gesteins II, an welchen es allmählich in die Abänderung III*f* übergeht, zeigen ein etwas verändertes Bild. Der Feldspath tritt bedeutend zurück, Prochlorit herrscht vor, die verschmolzene, grüne Masse bildet verwaschen und verschwommen in einander verfliessende gestreckte Streifen und Flecken. Zwischen gekreuzten Nicols wird dann das ganze Gesichtsfeld im Allgemeinen dunkel bis auf die erhaltenen da und dort eingestreuten Feldspathkörner; beim Drehen des Präparates erscheinen verwaschene Flecken und Streifen von blassblaugrauen und bräunlichgelben Farben, den Interferenzfarben von Prochlorit in Schnitten, welche nicht der Spaltungsfläche parallel sind. Es macht den Eindruck, als ob hier aus einer amorphen Masse eben krystalline Ausscheidungen zu entstehen im Begriffe wären oder solche in den amorphen Zustand übergängen. (Vgl. übrigens die

Beschreibung von IIIf.) Interessant ist das Verhalten der Nadelchen. Fanden wir dieselben in jenen Stellen des Gesteins, in welchen neben Prochlorit noch der Feldspath herrschend war, gleichmässig eingestreut oder längs der Fältelung in Streifen zusammengedrängt, stets jedoch mit Erhaltung ihrer haar- oder nadelförmigen Gestalt, so beginnen sie an solchen Stellen, wo der Prochlorit in der angegebenen Weise vorherrschend wird, sich in Gruppen und Büschel zu sammeln, sie ziehen sich, um bildlich zu sprechen, wie vor einem Feinde aus der prochloritischen Gesteinsmasse zurück und concentriren sich, wie zur Vertheidigung, in Gruppen. In wie weit dieses Bild begründet ist, wird die weitere Darstellung lehren. Schliesslich verschmelzen die Gruppen zu unregelmässig begrenzten Körnern, an denen nichts mehr als die gelbliche Farbe und die lebhaften, bunten Interferenzfarben die Herkunft von den Rutilnadelchen verräth. Aus dieser Art Abstossung, welche die in den amorphen Zustand übergehende chloritische Substanz auf die Nadelchen ausübt, erklärt sich auch, warum letztere in der oben erwähnten, aus prochloritischer Substanz bestehenden linsenförmigen, langgestreckten Streifen in der Schiefermasse fehlen. Zwar sind solche Streifen sehr häufig auch mit vorherrschendem Feldspath ausgefüllt (vgl. *p* in Fig. 5, Taf. I), allein schon sein grösseres Korn macht es wahrscheinlich, dass hier andere Verhältnisse für die Ausbildung der den Schiefer zusammensetzenden Mineralien zur Zeit der Metamorphose geherrscht haben, Verhältnisse, welche für die krystalline Ausscheidung der Titansäure ungünstig, für jene des Prochlorits günstig waren.

Macht man sich Schliffe aus dem Gestein II, successive Partien repräsentirend, welche sich der Ausbildung IIIf, die im Folgenden beschrieben werden soll, nähern, so hat man alle Uebergänge vom grünen Schiefer II bis zu jenem Stadium, in welchem die Ausbildung von Serpentin beginnt, vor sich.

Es ist nicht leicht, ohne Zuhilfenahme von zahlreichen Abbildungen diese Stadien so zu beschreiben, dass der Leser hiervon eine klare Vorstellung gewinnt.

Wie schon oben hervorgehoben wurde, erlitt der Schiefer eine sehr intensive Zertrümmerung oder richtiger Zerreissung. Es ist dabei nicht geblieben; die entstandenen Klüfte sind nicht etwa mit fremden Substanzen ausgefüllt worden, sondern die Ausfüllungsmassen lieferte der Schiefer selbst und ging dabei zu Grunde. Die Risse stehen quer gegen die Streckung des

Gesteins; zunächst hat man breite makroskopische, mit Quarz, Calcit und der weiter unten beschriebenen grünen Füllmasse II f erfüllte vor sich. Mehr und mehr häufen sich die Risse; die zwischen den allmählich fast nur mehr mit einer dunkelgrünen, fettig glänzenden, weichen Masse erfüllten Rissen erhalten gebliebenen Platten des Schiefers werden schmaler und schmaler und verschwinden mehr und mehr ganz gegen die vorherrschende grüne Masse.

Im Dünnschliffe kann man diesen Process bis zur vollständigen Auflösung des Schiefers verfolgen. Hier erscheinen die abgerissenen Schieferplatten als den Schliff durchziehende Bänder. Dieselben haben zunächst noch alle Eigenschaften des eben beschriebenen Schiefers II. Bald jedoch vermisst man mehr und mehr das körnige Feldspathgemenge; an Stelle dessen tritt verschmolzener Prochlorit, in welchem nur da und dort ein verwaschen begrenztes Feldspathkorn sichtbar ist. Die Füllmasse der Spalten (II f) und die Schiefergrundmasse nähern sich somit mehr und mehr, und bald können beide nicht mehr unterschieden werden. Aber auch damit ist der Process nicht zu Ende, auch diese noch deutlich aus verschmolzenem Prochlorit bestehende Masse unterliegt einer weiteren Veränderung. Kann man an ihr zwischen den Nicols (und bei abgehobenem oberen durch den deutlichen Pleochroismus) noch die krystalline Structur erkennen, so verschwindet allmählich auch diese, das Gesichtsfeld wird zwischen $+N$ mehr und mehr bis auf einzelne entweder blass blaugrau oder bräunlich, oder aber tief violettblau¹⁾ sich aufhellende unbestimmte Flecken vollständig dunkel: der gesammte Mineralbestand des Schiefers ist amorph geworden, ein Zustand, aus dem sich, wie bei Abänderung III f, zunächst Talk und ein augitisches Mineral herausbilden. Erst dieses letztere, aus amorpher Mineralsubstanz, Talk und Augit bestehende Mineralgemenge unterliegt der Serpentinisirung.

Wie oben beschrieben wurde, erfüllen Rutilnadelchen in Menge den Schiefer II. Verfolgt man nun im Dünnschliff die oben geschilderte Umwandlung des Schiefers II, so leisten diese dadurch ausgezeichnete Dienste, dass sie dem Zersetzungsprocesse offenbar den äussersten Widerstand entgegengesetzt haben. Wenn in den, den Dünnschliff durchziehenden Bändern

¹⁾ Dies verschiedene optische Verhalten entspricht wohl verschieden zusammengesetzter Prochloritsubstanz. Vid. d. chem. Analysen.

des Schiefers die Grundmasse schon eine sehr bedeutende Veränderung erfahren hat, wenn der Feldspath kaum mehr zu finden ist, sind immer noch die Nädelchen da und zeigen in ihrer Gruppierung die ursprüngliche Structur des Schiefers. Erst wenn dieser vollständig aufgelöst ist, weichen auch sie. In den letzten schmalen, den Schliff durchziehenden Bändern sind sie dünn gesäet, einzelne sind hinausgerissen in die vorherrschende Füllmasse der dazwischen liegenden Spalten; allmählich bemerkt man in dem gleichmässig dunkeln Gesichtsfelde zwischen $+N$ nur da und dort mehr die winzigen Stäbchen hell aufleuchten und bald ist jede Spur dieser zierlichen Dinge verschwunden.

Gesteinsabänderung II f. Von besonderem Werthe für die Bestimmung der Gemengtheile des Schiefers II sind nun die Bilder, die man im Dünnschliffe von der Füllmasse der zahlreichen Querrisse des Gesteins erhält. Auch hier wird besser, als jede noch so weitläufige Beschreibung, die photographische Wiedergabe solcher Stellen die Vorstellung unterstützen, und wenige Worte werden das etwa Fehlende zu ersetzen vermögen. (Vgl. Fig. 1 und 2, Taf. I.) Die Querrisse sind entweder vorherrschend mit Quarz oder mit Calcit oder mit Prochlorit ausgefüllt; an anderen Stellen finden sich die genannten ausheilenden Mineralien im Gleichgewichte, solche Stellen sind am lehrreichsten. Feldspath und Quarz erscheinen hier als grobkörniges Gemenge. Der Feldspath zeigt in der Regel die Eigenschaften eines Plagioklases. Beide Mineralien sind sehr frisch und rein; staubartige Einschlüsse sind vorhanden, Flüssigkeitseinschlüsse konnte ich nicht mit Sicherheit erkennen. Calcit durchsetzt das Gemenge in Nestern und Schnüren nach Art einer secundären Bildung, wenigstens dürfte er das zuletzt auskrystallisirte Mineral sein. Die Feldspath-Quarz-Füllmasse der Spalten erscheint nur als grosskrystalline Fortsetzung der Hauptmasse des Schiefers, sie verschmilzt mit dieser vollständig, jedenfalls ist sie ihr nicht angelagert, keine spätere Bildung. Ist die Ausheilungsmasse der Spalten und die Grundmasse des Schiefers gleichzeitig gebildet worden, dann erfolgte die Metamorphose des Schiefers entweder gleichzeitig mit oder nach der mechanischen Deformation desselben. Der Umstand, dass die Neubildungen und Verwandlungen in einem nicht zu verkennenden Zusammenhange mit den mechanischen Veränderungen, welche die Gesteine erlitten haben, stehen, legt, wie aus der Gesammtheit der hier versuchten Darstellung zur Genüge hervorgehen wird, die erstere Annahme näher.

Von besonderem Interesse ist nun das Verhalten des Prochlorits innerhalb dieser Ausheilungen. Schon oben bei der makroskopischen Beschreibung wurde hervorgehoben, dass stellenweise die Spalten mit einem dunkelgrünen, dicht erscheinenden Minerale erfüllt sind. Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass dieses Mineral und der im Schiefer enthaltene und ihn grün färbende Bestandtheil identisch sind.

An der Grenze der Schiefer- gegen die Spaltenfüllmasse treten die grünen Blättchen des Schiefers aus dem letzteren heraus und in die Spalte ein. Hier formiren sie sich, gleichsam einer Zwangslage entronnen, zu jenen bekannten wurmförmigen Gebilden, welche als Helminth beschrieben wurden. (Vgl. *c* in Fig. 2, Taf. I und den Rand des Schiefers gegen die Füllmasse.) Sie durchschwärmen in zahlloser Menge, offenbar als erste Ausscheidung, wie halbgelöste Geldrollen oder wie schwimmende Insektenlarven die Quarz-Feldspath-Calcit-Füllmasse. Ihre geringe Grösse, sowie der Umstand, dass sie stets von den genannten Mineralien umhüllt werden, gestatten keine Untersuchung auf ihre optischen Constanten.

Die undeutlich sechsseitig umgrenzten Blättchen bleiben, wie es scheint, bei voller Drehung zwischen den gekreuzten Nicols dunkel, sie sind kalt grün, ohne Dichroismus. Die Säulchen zeigen lebhaften Dichroismus zwischen blaugrün (Schwingungen parallel den Spaltflächen) und gelbgrün und löschen parallel aus. Uebrigens ist, wie erwähnt, eine volle Sicherheit auch in diesen Angaben nicht zu erzielen, doch genügen sie vereint mit den Ergebnissen der chemischen Analyse vollständig, um das Mineral als Prochlorit zu erkennen¹⁾. An vielen Stellen verschmelzen die grünen Blättchen zu einer im gewöhnlichen Lichte einheitlichen grünen Masse, die zwischen gekreuzten Nicols im Allgemeinen dunkel wird (*p* in Fig. 2, Taf. I). Bei einer Drehung des Präparates leuchten unbestimmte Fleckchen und Streifen in grauen bis bräunlichen Interferenzfarben auf.

Die Nadelchen treten nie in die Spaltenfüllmasse ein. Sind kleinere Schieferstücke in dieselbe hineingerissen, so sind sie nicht ganz unverletzt erhalten; sowohl die Feldspathgrundmasse, als auch der Prochlorit erscheinen

¹⁾ Vgl. übrigens Tschermak, Chloritgruppe, Sitzungsber. d. k. Akad., Wien 1890, S. 250 ff., wo die Krümmung der Säulchen auf combinirte Zwillingsbildung zurückgeführt wird.

gröber krystallinisch und verlaufen ganz allmählich in die Füllmasse. In solchen Fällen markiren aber die Nadelchen, die, wie es scheint, während des Processes unverletzt an ihrer Stelle liegen geblieben sind, Umriss und Structur des eingerissenen Schieferstückes.

Gestein III. Der Schiefer kommt auch in einer anderen Abänderung vor. Sie ist etwas dunkler gefärbt, deutlich geschichtet, in der Streckungsrichtung faserig, nicht so stark gefältelt wie II, häufig durch auf den Fasern senkrecht stehende Klüfte abgerissen. Gegen die Risse hin biegen sich die Schichten flexurenähnlich; die Füllmasse der Klüfte ist gleich II_f. Der Schiefer bricht leicht in Stücken, die gespaltenem Brennholze ähnlich sehen. Dieses Gestein wechsellagert in finger- bis handbreiten Schichten mit der folgenden Abänderung,

Das mikroskopische Bild dieser Abänderung ist von jenem der Abänderung II nicht wesentlich verschieden.

Gestein III'. Bis auf die Farbe hat diese Abänderung alle makroskopischen Eigenschaften mit III gemein. Gefärbt ist es düster röthlich-violett.

Mit Säuren brausen beide Abänderungen III und III' nicht; vor dem Löthrohre verhalten sie sich wie II. Beide sind häufig mit Kupferkies, Eisenkies und deren Zersetzungsproducten durchzogen.

Die Dünnschliffe dieses Gesteins unterscheiden sich von jenen der Abänderungen II und III wesentlich dadurch, dass in der Feldspath-Quarz-Grundmasse Prochlorit nur spärlich in langgestreckten Streifen erscheint. Weitaus vorherrschend ist an seiner Stelle trüb-roth durchscheinendes oder opakes Erz in feinen, staubähnlichen Flitterchen in Menge ausgeschieden, das wohl aus der Zersetzung des Chlorits hervorgegangen ist.

Es ist auffallend, dass diese Gesteinsabänderung mit III in finger- bis handbreiten, scharf von einander getrennten Schichten wechsellagert. Sie ist besonders deswegen von Bedeutung, weil sie, wie aus der folgenden Darstellung hervorgehen wird, dort, wo eine vollständige Umwandlung des Gesteins stattgefunden hat, die äussere Umgrenzung des umgewandelten Stückes noch zu erkennen erlaubt, weil die Erzpartikelchen von der Metamorphose nicht betroffen wurden und gewöhnlich noch in der ursprünglichen Lage geblieben sind. Es liegt dann in der umgewandelten Gesteinsmasse ein violettrother Fleck, mit verwaschenen oder scharfen Rändern. Unter dem

Mikroskope bemerkt man die umgewandelte Gesteinsmasse durch ihn unverändert hindurchsetzen, nur die Anordnung der Erzpartikelchen lässt Form und Structur des umgewandelten Schieferstückes genau erkennen.

Gestein IIIf (beziehungsweise IIIt und IIIft). Die grünen Schiefer II und III zeigen auf den Rutschflächen, sowie oberflächlich an den Brocken solcher Stellen, an denen die Zertrümmerung bedeutend ist, einen allmählichen Uebergang in einen dunkelgrünen, fettglänzenden, milden und sehr weichen Schiefer, der sich wie Talk anfühlt. Manchmal ist nur eine ganz dünne Lage auf den Schiefen II und III in dieser Weise entwickelt, dann ist sie sehr dunkelgrün, fast schwarz gefärbt, oft sehr lebhaft glänzend wie ein Harnisch, gewöhnlich längs der Verschiebung mit feinen parallelen Riefen bedeckt; an anderen Orten und gewöhnlich dort, wo der Schiefer vollständig zertrümmert und in eine Breccie aufgelöst ist, wird diese Abänderung herrschend. Löst man an einer solchen Stelle ein Stück, und zwar ganz bequem mit blosser Hand los, dann hat man ein vollständig schieferig brechendes, mildes, sehr weiches, an Talk erinnerndes Gestein vor sich. Es ist parallel faserig, besteht aus verschwommen in einander übergehenden langgestreckten, abwechselnd hell- und dunkelgrün gefärbten Fasern, die parallel der durch die Streifung angedeuteten Rutsch- und Zugrichtung verlaufen; selbst in dickeren Lagen ist es stark durchscheinend.

Die dunkelgrünen Partien schmelzen vor dem Löthrohre, ähnlich wie Schiefer III, wenn auch schwieriger, zu einem dunkelgrüngrauen Email, die hellgrünen sind selbst im heftigsten Feuer und nur an den feinsten Fasern kaum abrundbar, dagegen brennen sie sich weiss, werden härter und glänzen wie Muskowit, mit Kobaltsolution werden sie röthlich und verhalten sich somit ganz wie Talk.

An gewissen Stellen herrscht die hellgrüne Abänderung vor; sie ist dann mit feinen Calcithäutchen durchsetzt und kann in fingerdicken Lagen abgelöst werden. In der mikroskopischen Beschreibung sind die besprochenen Ausbildungsweisen in der Art auseinandergehalten, dass die dunkelgrüne fettglänzende Abänderung mit IIIf, die hellgrüne, talkige mit IIIt und solche Partien, wo beide makroskopisch nicht trennbar, innig gemengt miteinander vorkommen, mit IIIft bezeichnet wurden.

Gestein IIIc. Die meisten der im Folgenden beschriebenen Breccien enthalten neben wenig veränderten Bruchstücken des grünen Schiefers III solche, welche ihre Schieferstructur ganz oder theilweise verloren haben. Sie sehen compact aus, sind in der Farbe heller geworden und brausen lebhaft mit Säuren. Es ist in solchen Stücken die Schiefermasse durch und durch mit Kalk getränkt.

Gestein IIIq. Brocken in den Breccien vollkommen den eben beschriebenen gleichend, aber viel härter und mit Säuren nicht brausend. Sie sind von Kieselsäure (Quarz) in derselben Weise durchtränkt, wie die Stücke IIIc durch Kalk.

Gestein III'c. Noch viel häufiger und auffallender ist diese Durchtränkung und Verdrängung der Schiefermasse durch Kalk an Bruchstücken der rothen Abänderung III'. Sehr häufig ist hier die Schiefersubstanz bis auf den rothfärbenden Bestandtheil (Eisenoxyd) vollständig verschwunden und durch Kalk ersetzt; dabei ist aber die äussere Begrenzung des ursprünglichen Schieferstückes, also seine Form, vollkommen erhalten. Wo an der Zusammensetzung der durch Kalk verbundenen Breccien vorherrschend nur rothe Schiefer theilnehmen, wandeln sich solche Breccien in roth gefleckte krystalline Kalke um, indem der als Bindemittel der Schieferstücke ursprünglich dienende Kalk und der sie durchtränkende, nicht mehr auseinander gehalten werden kann und die Grenzen der umgewandelten Schieferbruchstücke verschwimmen und ineinander fliessen.

Die mikroskopischen Bilder dieser Abänderungen sind äusserst mannigfaltig und in Kürze schwer zu schildern.

Fertigt man sich aus dem Schiefer III an einer solchen Stelle, an welcher er in die dunkelgrüne, weiche, fettglänzende Abänderung (III f) übergeht, einen Dünnschliff in der Art an, dass die Schlieffläche senkrecht auf der fettglänzenden Rutschfläche steht, so kann man alle Uebergangsstadien von dem eben beschriebenen normalen, dunkelgrünen Schiefer III in die Abänderung III f verfolgen.

Die oben erwähnten gedrehten Zwischenlagen von Prochlorit in der körnigen Feldspathgrundmasse mehren sich, verschmelzen ineinander, verlieren mehr und mehr ihre Farbe. Bald hat man eine fast farblose, eine Art Faserung, die den Streifen auf der Rutschfläche parallel ist, zeigende Masse

vor sich. Eingestreut sind die schon oben erwähnten Rutilkörner. Zwischen $+N$ ist keine Spur mehr von der körnigen Feldspathgrundmasse zu sehen; die Masse verhält sich theils vollkommen amorph, theils leuchten in blassen Farben parallel gestellte längliche Flecken und Streifen entsprechend der Faserung der Masse auf. Dabei zeigt es sich, dass das Gestein bedeutende Störungen erlitten hat, und zwar in einem plastischen Zustande, denn man hat alle möglichen Formen vor sich, die eine zähe Masse annehmen würde, wenn man sie zerren, drücken, quetschen oder drehen würde.

Dort wo die Farbe des Gesteins sich aufhellt und sich dasselbe mild und weich anfühlt, zeigt sich unter dem Mikroskop Talk in feinen Flitterchen und Faserchen ausgeschieden, die mit ihren lebhaften Interferenzfarben zwischen $+N$ von dem dunkeln Untergrunde sich brillant abheben. Die Talkausscheidungen mehren sich, gruppieren sich allmählich zu grösseren Krystalloiden und haben schliesslich die amorphe, chloritische Masse vollständig verdrängt. In diesem Falle bildet der Talk mehr weniger dicke, hellgrüne Krusten auf der dunkelgrünen Unterlage.

Neben dem Talk erkennt man farblose, lebhaft farbig polarisirende Krystalloide mit Längs- und unregelmässig quer dagegen verlaufenden Rissen; sie löschen gerade und schief aus und gehören daher wohl einem Augite an. Wahrscheinlich liegen hier die ersten Anfänge des im Folgenden öfter besprochenen Minerals *s* vor, das im Endproducte der vorliegenden Umwandlung, im Serpentin, in grösseren Krystalloiden mit dem Serpentinmineral *b* regelmässig verwachsen auftritt.

Gar nicht selten sind parallel der Faserung des Gesteins eingelagert lange, längsgestreifte, quergegliederte, öfter garbenförmig angeordnete Krystalloide; die Enden sind in der Regel gespalten oder ausgefranst. Bei abgehobenem Analysator zeigen sie verschiedene Farben, einzelne sind fast farblos, andere grünlich, die meisten blau. Bei einer Drehung des Präparates bemerkt man, dass diese Farben allen zukommen und sie sich nur verschieden präsentiren, je nach ihrer Lage gegenüber dem unteren Nicol. Nach Entfernung dieses letzteren ergibt sich, dass nur die dünnsten Nadeln fast farblos sind, die dickeren werden grünlich und schliesslich kräftig blau. Alle zeigen einen sehr lebhaften Pleochroismus, sie erscheinen bei einiger Dicke tiefblau, wenn die Nadeln im Nicolhauptschnitte liegen, warmgrün bei Stellungen senkrecht hierzu;

andere, offenbar von einer anderen Seite gesehene, erscheinen in dieser Stellung fast violett.

Die gegenseitige Lage der Begrenzungsflächen der Nadeln war nicht recht zu eruiren; einige Male gelang es, quer abgeschnittene Nadeln im Dünnschliffe aufzufinden, diese zeigten einen Rhombus mit Winkeln, die an das Hornblendeprisma erinnerten. Auslöschungsschiefe von 0 bis 10° wurde beobachtet.

Nach alledem kann man diese Nadeln wohl unbedenklich als Glaukophan bezeichnen, nachdem gegen Aktinolith die blaue Farbe, gegen Disthen die intensive Färbung dieser winzigen Gebilde spricht.

Das mikroskopische Bild der Abänderungen IIIc und III'e, IIIq und III'q gestaltet sich sehr verschieden, je nachdem die Durchtränkung mit Kalk und Quarz mehr oder weniger weit vorgeschritten ist. Im Falle starker Durchtränkung hat man das Bild eines krystallinen Kalkes oder eines Quarzits vor sich, in dem Chlorit in einzelnen Blättchen oder wurmförmigen Gruppen eingelagert ist. Die Abänderungen, welche aus den rothen Schieferen III' entstanden sind, zeigen an Stelle des Chlorits reichlich Eisenerzstaub eingestreut. Seine Anordnung innerhalb der kalkigen oder quarzitären Grundmasse lässt deutlich noch die Structur jener Schieferstücke erkennen, welche hier eine so durchgreifende Umwandlung erfahren haben. Von der ganzen Schiefermasse ist nichts mehr vorhanden, als diese in einer Quarzmasse so zu sagen schwimmenden Erzpartikelchen der rothen Schiefer III'.

Zur Unterstützung der Vorstellung möge folgender Vergleich dienen. Würde man für sich schichtenförmig zusammengesetzte, eckige Stückchen von Wachs, die mit feinem Kohlenstaube imprägnirt sind, in geschmolzenes weisses Wachs werfen und dasselbe, ohne viel zu bewegen, so lange warm halten, bis die hineingeworfenen Stückchen fast geschmolzen sind, die ganze Masse sodann erstarren lassen und zerschneiden, so müssten auf den Schnittflächen und bei der Durchsicht durch dünne herausgeschnittene Plättchen ähnliche Erscheinungen sich zeigen, wie die oben beschriebenen unseres Gesteins; die den angeschmolzenen Stückchen beigemengten Kohlentheilchen würden wahrscheinlich noch die Umriss der eingestreuten Stückchen und deren Structur erkennen lassen, während doch die Hauptmasse derselben mit der Wachsmasse, in welche sie geworfen wurden, zu einem Ganzen verschmolzen wäre. Ganz das

gleiche Bild gewährt der schieferige Ophicalcit (*Os*), in den viel vom rothen Schiefer III' aufgegangen. Auch hier erscheinen die rothen Erzpartikelchen als die einzigen Reste der Schieferbrocken im Gestein. Doch sind sie hier nicht mehr in eckigen Gruppen beisammen, sondern zu langen Streifen und Fasern und zu verwaschenen Flecken ausgezogen, ungefähr so, wie etwa in unserem Vergleiche die durch Kohle gefärbten Partien in der erstarrten Wachsmasse aussehen würden, wenn man letztere in zähflüssigem Zustande mässig bewegt oder auf eine geneigte Fläche ausgegossen hätte.

Die im Vorangehenden beschriebenen Abänderungen IIIc, III'e, IIIq und IIIqc trifft man als in den verschiedensten Stadien der Umwandlung begriffene Fragmente der grünen und rothen Schiefer III und III' in den oben makroskopisch bereits beschriebenen Breccien BIII und BIII'.

Gestein III_s. Seine wesentlichen Eigenschaften wurden bereits oben flüchtig angedeutet. Grössere Brocken zerfallen auf Schlag leicht, indem das Gestein allseits und reichlich mit zum Theil sehr feinen Spalten durchsetzt ist. Jedes Bruchstückchen zeigt übrigens für sich dieselben Eigenschaften, wie grössere Brocken: fettglänzende geritzte Oberfläche, steinbeilähnliche Kanten¹⁾. Die gestreifte Oberfläche nimmt öfter eine kalt hellgrüne Färbung an; der Fettglanz geht in einen schillernden metallartigen Perlmutterglanz über, wie man ihn bei Bronzit und Diallag sieht. Hier lassen sich dann Blätter abspalten, welche vollkommen dem Schillerspath der meisten Serpentin-vorkommnisse gleichen. Diese krystallinen Blätter (Mineral *b*) setzen gegen die übrige Gesteinsmasse nicht scharf ab, sondern wachsen ganz allmählich aus ihr hervor. Die Streifen auf den Knollen und die Streifung dieser Blätter fallen zusammen; zwischen ihnen und dem Vorgange, der die Ritzen erzeugte, also der Bewegung der Gesteinsbruchstücke muss ein Zusammenhang bestehen.

Gestein III's. Auch die Abänderung III' der Schiefer kommt im Ophicalcit in fettglänzenden, weichen, serpentinähnlichen Knollen vor. Sie zeigen eine düster violettrothe Färbung, haben aber im Uebrigen die Eigenschaften von III_s. Das Mineral *b* scheint jedoch zu fehlen.

¹⁾ Auf diese Knollen bezieht sich meine Mittheilung in den Verh. d. geol. Reichsanst., Wien 1890, S. 119.

Unter dem Mikroskope geben diese Abänderungen ein Bild des erheblich von jenem der Olivinserpentine abweicht, andererseits aber zweifellos erkennen lässt, dass man es mit einem Gestein zu thun hat, an dessen Zusammensetzung Serpentinmineralien wesentlichen Antheil nehmen.

Da die bisherigen Beschreibungen des Matreier Serpentin auf die Hauptmasse des hier anstehenden Gesteins nicht passen, kann von einer etwas ausführlicheren Darstellung der mikroskopischen Verhältnisse nicht Umgang genommen werden.

Die Dünnschliffe zeigen erheblich abweichende Bilder, je nachdem man sie von Partien näher der Oberfläche der Knollen oder mehr vom Kern derselben anfertigt.

Die mineralischen Bestandtheile, die man zu Gesichte bekommt, sind: eine blassgrüne bis farblose Masse von der Art, wie sie oben bei IIIf beschrieben wurde; Talkausscheidungen in derselben gleichwie in IIIft; eine farblose, zwischen + *N* blassblaugrau polarisirende, äusserst feinkörnige Masse, die gewöhnlich den Kern von unregelmässigen Maschen bildet, welch' letztere (Mineral *f*) weiter unten ausführlicher beschrieben werden sollen; weiter ein sehr frisches augitähnliches Mineral (*s*) in unregelmässiger Begrenzung; ein unbestimmt begrenztes, sehr fein parallelfaseriges, fast farbloses bis leicht grünliches Mineral (*b*); ein büschelig faseriges, ebenso gefärbtes Mineral (*m*), das sowohl mit verschwommenen Grenzen, wie eben aus einer Lösung angeschossen, in der amorphen Masse IIIf oder als Kern der erwähnten Maschen erscheint. Dieses Mineral ist, wie eingehende Untersuchungen und Vergleiche gelehrt haben, dasselbe Mineral, das Drasche l. c. aus den Tauern beschreibt und abbildet, Becke als zu den Faserserpentinen Metaxit und Pikrosmin gehörig nachweist. Fig. 4 auf Taf. II zeigt das Mineral zwischen + *N* bei 200facher Vergrösserung. Ich komme unten auf dasselbe nochmals zurück.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass Präparate, welche die verschmolzenen Prochlorite vorwiegend zeigen und solche, in denen man die vollständig amorph gewordene chloritische Substanz mit reichlicher Ausscheidung von *m* (wie z. B. Präparate von *Sm*, vergleiche weiter unten) vor sich hat, ohne genaues Zusehen mit einander verwechselt werden können. In beiden Fällen hat man bei abgehobenem oberen Nicol eine fast farblose, schwach ins

Grüne spielende Fläche vor sich mit Andeutungen einer krystallinen Structur; zwischen den + Nicols und bei schwacher Vergrößerung im Allgemeinen Dunkelheit mit nicht scharf begrenzten Aufhellungen in blassen Farben. Während jedoch im ersteren Falle die Interferenzfarben von blass blaugrau durch tiefblau und violett in brännlichgelb übergehen, hat man hier bei Ausscheidungen von *m* stets blass blaugraue, gelblich bis (bei grösserer Dicke) blassröthliche Farben vor sich. Bei stärkerer Vergrößerung kann auch die Structur zur Unterscheidung verwendet werden; freilich zeigen auch die wurmförmig gekrümmten, aus übereinander gelegten Blättchen bestehenden Säulchen, da die Blättchen an der Convexseite klaffen, eine ähnlich strahlige Structur wie das Mineral *m*. Der Dichroismus ist, ganz abgesehen davon, dass er in den gewöhnlich stark verfilzten Aggregaten selten gut beobachtet werden kann, überhaupt nicht zu verwenden, da die Fasern von *m* und die von der Seite gesehenen Blättchen des Prochlorits in gleicher Weise die Farben wechseln.

Opakes Erz ist hier reichlich, dort spärlich eingestreut. Eine gesetzmässige Anordnung desselben ist mir nicht aufgefallen. In unregelmässig, oft schnörkelartig begrenzten Partien findet sich ein braunes, opakes, pulverig ablösbares Mineral *y*, auf welches weiter unten nochmals zurückzukommen sein wird.

Nicht weiter bestimmbar sind sehr verbreitete warmgrüne, trübe, körnige, amorphe Partien (*g*); sie folgen den Maschen des Minerals *f* und füllen stellenweise deren Kerne vollständig aus. Wahrscheinlich liegt hier ein Zwischenproduct des Umwandlungsprocesses der Schiefer in Serpentin vor.

Die Abänderung III's unterscheidet sich wesentlich von der beschriebenen. Hier liegt in einer amorphen Masse (III_f) als feiner, röthlicher Staub in Flecken und Streifen langgestreckte Maschen bildend opakes und durchscheinendes Erz. Die Maschen sind vielfach gewunden und gequetscht; man hat ein Bild vor sich, wie es etwa eine farblose, zähe, mit Kohlenstaub versetzte Masse gewähren würde, welche man geknetet, gezerrt und gepresst hat. Zahlreiche der winzigen, gelblichen oder schmutzigen Körnchen und Flitterchen sind nicht zu deuten; dagegen erkennt man nicht selten an grösseren, brillant polarisirenden Körnern die in Gruppen verschmolzenen Rutilnadelchen.

Breccien von III und III' und deren Abänderungen. Durch die Zertrümmerung der Schiefer und Verkittung der Bruchstücke mittels Quarz und

Calcit entstehen sehr mannigfaltige Breccien. Selten haben die Schieferfragmente ihre ursprüngliche Beschaffenheit vollkommen erhalten; gewöhnlich sind sie jene oben unter IIIc, IIIq, IIIt, III'c etc. etc. beschriebenen Veränderungen eingegangen. Der einfachste Fall ist der, dass der Schiefer von zahlreichen grossen bis sehr zarten nach allen Richtungen sich kreuzenden Spalten durchsetzt ist, welch' letztere mit Quarz, Calcit, Ankerit und dergl. ausgeheilt sind; die einzelnen Brocken haben ihre ursprüngliche Lage noch ziemlich inne, man ersieht ihre Zusammengehörigkeit. Von dieser Grenze bis zur anderen, wo die Schieferbruchstücke bis zur Unkenntlichkeit in Form und Substanz verändert sind, wo die Kittsubstanz weitaus vorherrscht und die Fragmente bis auf im Quarz oder Calcit erhaltene grüne und rothe Flitterchen verschwunden sind, die dem weissen Bindemittel eine grünliche oder röthliche Färbung geben, sind alle Uebergänge vorhanden.

Schliesslich restiren einerseits grünlich oder rothgefärbte, stark zertrümmerte krystalline Kalke oder Talkquarzite (Beleg VI), welche in der Gegend von Matrei eine bedeutende Verbreitung erlangen.

Unter dem Mikroskope zeigen letztere neben Quarz, Talk und Serizit in dünnen Zwischenlagen. Die grösseren Quarzkörner gehen unbestimmt in die Umgebung über und zeigen zwischen den Nicols Druckerscheinungen; Flüssigkeitseinschlüsse mit Bläschen sind nicht selten.

Jene Abänderungen dieser Gesteine, in denen die Umänderung der Schieferfragmente eine stark vorgeschrittene, die Durchtränkung mit Calcit eine vollständige ist, sind wegen ihrer Festigkeit, Politurfähigkeit und prächtigen Färbung sehr geschätzte Zierbausteine; zu ihrer Ausbeutung ist der Pfonser „Serpentinsteinbruch“ vor Allem angelegt. Auf sie wird auch häufig der Name „Ophicalcit“ kurzweg angewendet, wie denn in der That eine scharfe Grenze gegen den letzteren, der bei uns als Gesteinsabänderungen *Os* und *Ob* beschrieben wird, nicht anzugeben ist. In der Regel ist diese auf das Auge ausnehmend angenehm wirkende Abänderung mehr oder weniger deutlich schieferig entwickelt. Angeschliffene Platten zeigen dann die ineinander verfliessenden dunkel- (III f) und hellgrünen (IIIc, IIIq, IIIt durch Kupferverbindungen lebhaft grün gefärbt), tief rothbraunen (III') bis hellrothen (III'c), grauweissen bis leuchtend weissen (Calcitbindemittel) Gesteinsbestandtheile in langgezogenen, verwaschenen Streifen; seltener tritt die

Schieferstructur zurück, der Brecciencharakter bleibt erhalten und angeschliffene Stücke erinnern dann an Breccienmarmor. Beim Anblick dieser Gesteine erhält man den Eindruck, als ob die Masse sich einmal in einem zähweichen¹⁾ Zustande befunden hätte und in diesem einer Einwirkung von Zug oder Druck ausgesetzt gewesen wäre. Sicher aber ist die in diesem Zustande verfestigte Masse neuerdings einer intensiven Zertrümmerung anheimgefallen. Darauf weisen die zahlreichen, das Gestein durchsetzenden, vorwiegend quer gegen die Schieferung und Streckung verlaufenden, mit körnigem Kalk ausgeheilten Risse hin.

Die mikroskopischen Verhältnisse dieses Gesteins können nunmehr, nachdem jene der zusammensetzenden Elemente bekannt sind, nur flüchtig erwähnt werden.

Der Calcit ist vorwiegend faserig entwickelt; die Fasern zeigen die mannigfaltigsten Windungen und Knickungen, als ob sie in weichem Zustande Druck und Zug ausgesetzt gewesen wären. Eine Vorstellung von diesen Verhältnissen giebt die Abbildung Fig. 3 auf Taf. II.

Der schieferige Ophicalcit *Os* verdient eine besondere Erwähnung. Schiffe quer gegen die Schieferung zeigen als Hauptmasse körnigen Calcit, da und dort ist ein Quarzkorn eingelagert. Die rothen Schiefer sind nur mehr durch die streifenweise eingelagerten Erzpartikel angedeutet, die grünen liegen in langgestreckten, gewundenen scharfbegrenzten Partien im Kalk. Diese sind in die Abänderungen IIIf, IIIft umgewandelt. Dann und wann sieht man Andeutungen der Ausscheidung von *m*. Gar nicht selten sind Augitkrystalle *s* eingestreut. Sehr reichlich ist Glaukophan vorhanden, daher die meisten dieser Partien blau gefärbt sind.

Gestein S (Serpentin vom Matreier Schloss). Aeusserst mürbe und zerbrechlich, durch geringen Druck zwischen den Fingern kann man es in polygonal umgrenzte Stückchen zersprengen. Auf allen diesen Ablösungsflächen erscheint das schillernde Mineral *b* (Bastit der Autoren), das im Gestein sehr vorherrscht, theils in den verschiedensten Richtungen eingestreut, theils auf grössere Erstreckung hin mehr parallel angeordnet ist und hier

¹⁾ Wie bedeutend diese Erweichung war, das lassen die grossen Magnetitkrystalle, die darin zur Ausbildung kommen konnten, erkennen. Ich besitze Handstücke, in denen letztere 5 bis 6 cm gross und wohl entwickelt sind.

grössere, lebhaft glänzende, parallel gestreifte Ablösungsflächen bildet, ganz nach Art der am Gestein IIIs beschriebenen. Den zahllosen Ablösungsflächen parallel *b* folgen papierdünne Calcit-Zwischenlagerungen. Die festeren Partien erscheinen dicht, dunkelgrün, matt. Da und dort bemerkt man schon mit freiem Auge kalt grüne, glasglänzende, leicht spaltbare Krystalloide. Dickere Spaltblättchen hiervon unter das Mikroskop gebracht erscheinen kalt grün mit schwachem Pleochroismus, lebhaften Interferenzfarben, schiefer Auslöschung, kurz allen Eigenschaften des mit der Signatur *s* bezeichneten augitischen Minerals. Vor dem Löthrohre schmilzt dieses Mineral in feinen Kanten nicht besonders schwierig, von heisser Salzsäure wird es nicht angegriffen.

Nicht überall ist das Gestein so mürbe und zerbrechlich; an verschiedenen Stellen, besonders aber am Nordabhange des Matreier Schlosshügels, kann man die verschiedensten Abänderungen desselben finden, so zum Beispiel weiche, fettglänzende, schieferige oder harte, schwarze, schwere, stark auf die Magnetnadel wirkende oder hellgrüne, splittrig brechende, rauh sich anfühlende Abänderungen und dergleichen mehr.

Eine besondere Beachtung verdient das oben erwähnte Gestein *Sm* vom Südfusse des Matreier Schlosshügels an der Grenze des Serpentin gegen die hangenden grünen Schiefer. Die 1 bis 2 cm mächtige Lage besteht, wie optische und chemische Verhältnisse lehren, ausschliesslich aus dem mit Calcit innig verwachsenen Minerale *m*. Das von Calcit mittelst kalter Salzsäure befreite Pulver besitzt ein spezifisches Gewicht von 2,61. Im Ganzen scheint dieses Mineral blätterige Aggregate zu bilden, denn von der frischen Bruchfläche des Gesteins lassen sich mit der Nadel leicht Schüppchen ablösen.

Die Dünnschliffe zeigen ein inniges Gemenge von körnigem Kalk und dem radialfaserigen Serpentinmineral *m*. Von einer Beschreibung des letzteren kann ich absehen, Drasche (l. c.) und Becke¹⁾ haben dasselbe bereits ausführlich beschrieben und ersterer auch abgebildet²⁾. Unsere photographische Aufnahme, Fig. 4, Taf. II, wurde nach einem Dünnschliffe dieser Gesteins-

1) Gesteine aus Griechenland, Tscherm. Min. Mitt. 1878. S. 461.

2) Hussack, (l. c. S. 62 u. 69) beruft sich mit Unrecht auf Drasche's Abbildung, da nach seiner (Hussack's) Beschreibung das Serpentinmineral in den Sprechensteiner Gesteinen blätteriger Antigorit sei. Ich selbst fand übrigens das grüne Mineral in Schliften aus Schiefem von Sprechenstein nicht wesentlich von unserem Mineral *m* verschieden.

abänderung hergestellt. Es ist bemerkenswerth, dass neben dem auf polarisirtes Licht wirkenden radialstrahligen Minerale *m* auch amorphe Masse im Gestein vorhanden ist, aus welcher das Fasermineral sich ausgeschieden zu haben scheint.

Auffallend ist das Verhalten des Minerals *m* gegen Säuren. Kalte Salzsäure greift es nicht an. Behandelt man dagegen das Pulver längere Zeit mit heisser Säure, so entfärben sich die Partikelchen mehr und mehr und werden schliesslich vollständig farblos; die Säure färbt sich dabei stark grüngelb. In dieser Weise behandelte Körnchen unter das Mikroskop gebracht erweisen sich zwischen $+ N$ vollständig inaktiv, wie ein amorpher Körper; nur die grösseren Partikelchen enthalten in ihrem Inneren noch doppelbrechende Stellen. Dabei ist die äussere Form der Körnchen und ihre blätterige Structur vollständig erhalten. Das chemische Verhalten dieses in heisser Salzsäure nicht löslichen Restes (vergleiche unten) beweist, dass man es hier lediglich mit amorpher Kieselsäure zu thun hat. Es lässt sich somit das Mineral *m* durch heisse Salzsäure in der Weise zersetzen, dass sämtliche Bestandtheile bis auf die Kieselsäure ausgezogen werden, letztere bleibt unter vollständiger Erhaltung der Form und Structur des Minerals (als eine Art „Kieselskelett“ zurück. (Vergleiche unten den chemischen Theil.)

Dünnschliffe des Serpentin *S* haben im Ganzen Aehnlichkeit mit jenen von IIIs, weichen aber doch im Einzelnen davon ab. Amorphe Substanz und Talk ist bedeutend seltener, *g* fehlt ganz, dagegen nimmt *s* in grösseren Krystallen, die aber grösstentheils der Serpentinisirung verfallen sind, Antheil. Das Maschennetz, das der Faserserpentin *f* bildet, ist dementsprechend an solchen Stellen, wo grössere Augitkrystalle zerstört wurden, auffallend rechtwinkelig. Hier bildet den Kern der Maschen auch viel häufiger noch unzersetzer Augit. Nicht selten gehen letztere in eine wasserhelle amorphe Substanz über, die sich zunächst gelblich färbt, dann trübt und schliesslich sich in eine weiche, opake, braune, matt schillernde Masse umwandelt, welche in Form zersprungener, oft in allerlei Schnörkel ausgezogener Partien in der Serpentinmasse *f* liegt.¹⁾ (Vgl. *y* in Fig. 3 und 6, Taf. I.) Sehr häufig beobachtet man, dass diese braunen Massen *y* allmählich in

¹⁾ Vergleiche Weinschenk, Ueber Serpentine aus den östlichen Centralalpen etc. Habilitationsschrift, München 1891. S. 34.

schwarzen, metallisch glänzenden Chromit übergehen. Ausgelöste braune Partien erwiesen sich unlöslich in Salzsäure. Chemisch konnte Eisen und Chrom nachgewiesen werden.

Hiernach repräsentirt der Chromit im Gestein den Chromgehalt des Augits *s*. Dass letzterer Chrom hältig ist, das ergiebt auch die chemische Analyse (vergleiche weiter unten), welche den Augit in die Nähe des Akmits und Aegirins stellt.

Im Folgenden hebe ich die wesentlichsten optischen Verhältnisse dieses interessanten Minerals *s* hervor.

Aus den Serpentinabänderungen bei Matrei gelang es nicht, grössere Krystalloide auszulösen; dagegen kommt in den Tarnthaler Köpfen ein Serpentin vor, der zwar äusserlich von jenem bei Matrei etwas verschieden ist, unter dem Mikroskope jedoch wesentlich dieselben Eigenschaften hat.

Es ist ein dunkelgrünes, sehr festes und hartes Gestein; in der dichten Grundmasse sind reichlich grosse, hellgrüne, blätterige Krystalloide vom Habitus des Bastits ausgeschieden. Sie erinnern sofort an unser *b*, erweisen sich aber bei näherer Prüfung als Mineral *s*, das aber in auffallender Weise mit dem Minerale *b* verbunden ist.

Die grossen, schönen und sehr frischen Krystalloide gaben gute Gelegenheit, das Mineral *s* näher kennen zu lernen.

Das Mineral ritzt noch Apatit und wird von Feldspath geritzt; vor dem Löthrohre schmilzt es nicht besonders schwierig zu einem bräunlich-gelben Glase; im Spectrum bemerkt man deutlich die Natronlinie. Es ist durchsichtig bis durchscheinend, nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbar, auf der Spaltfläche nahezu Perlmutterglanz, sonst glasglänzend, kalt grün. Auf der Spaltfläche deuten parallele Risse eine weitere Spaltbarkeit an; ausserdem bemerkt man darauf unregelmässige, quer gegen die ersteren verlaufende Risse.

Im Polarisationsinstrumente löschen Spaltblättchen parallel den Rissen aus. Blättchen senkrecht zur Spaltungsfläche und parallel den Rissen löschen schief aus; das Mineral ist also monoklin.

Spaltblättchen unter das Mikroskop gelegt zeigen mit der Bertrand'schen Linse eine Achse. Dieselbe ist nur wenig gegen die Normale auf den Spaltblättchen geneigt. Achsenebene senkrecht zu den Spaltblättchen und parallel

den Rissen auf denselben, $\rho > v$, Doppelbrechung positiv. Dichroismus auf der Spaltfläche nur in etwas dickeren Blättchen bemerkbar, und zwar gelblichgrün, wenn die Risse im Nicolhauptschnitte liegen, bläulichgrün senkrecht hiezu. In Platten senkrecht zur Spaltung und parallel den Rissen hat man in jeder Stellung die erstere Farbe. Die Auslöschung ist gegen die Spalt-
risse ungefähr 40° geneigt.

Hiernach kann das Mineral mit Sicherheit ein augitisches genannt werden.

An Blättchen senkrecht zur Spaltung und parallel den Rissen auf der Spaltungsfläche beobachtet man eine beachtenswerthe Erscheinung. Es zeigen sich nämlich zwischen den dickeren Lamellen der vollkommen frischen augitischen Substanz dünne Lamellen eingeschaltet.¹⁾ Stellt man zwischen + Nicols den Augit auf dunkel, so leuchten diese hell in blassen, gelblichen oder tiefblauen Farben auf und unterscheiden sich dadurch sofort von der in lebhaft grünen und weinrothen Interferenzfarben spielenden augitischen Substanz. Stellt man die Spaltrisse parallel den Nicolhauptschnitten, wobei also die augitischen Lamellen lebhaft Farben spielen, dann erscheinen diese feinen eingeschalteten Lamellen entweder dunkel oder hell. Im letzteren Falle werden sie überhaupt in keiner Stellung dunkel.

Man glaubt zunächst feine Augitlamellen in Zwillingsstellung eingeschaltet zu sehen²⁾, stärkere Vergrößerung lehrt jedoch, dass hier das Mineral *b* eingeschaltet ist. Die erwähnten optischen Eigenthümlichkeiten finden bei der Besprechung des Minerals *b* ihre Erklärung.

Die Abbildung (Fig. 6, Taf. II) zeigt einen Augitkrystall mit den besprochenen Zwischenlagerungen von Lamellen des Minerals *b*. Man ersieht daraus, dass diese letzteren Lamellen durchaus nicht den Eindruck machen, als ob sie aus der Zersetzung von *s* hervorgegangen wären. Scharf begrenzt, wie ein farbiges Papierblatt zwischen weissen, sind sie den vollkommen frischen Lamellen des Augits interponirt; wollte man sie trotzdem für Producte einer Umwandlung von *s* in *b* nehmen, dann müsste man annehmen, einzelne Blätter von *s* wären der Metamorphose vollständig anheimgefallen, während die Nachbarn vollkommen intact geblieben sind, und überdies hätte so ziemlich

¹⁾ Vergleiche Weinschenk, l. c. S. 27.

²⁾ Vergleiche auch Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. Mittheil. 1871, S. 22, wo eine ähnliche Erscheinung erwähnt wird.

regelmässig jedes zweite Blatt von *s* dieses Schicksal gehabt. Es scheint mir diese Annahme etwas gezwungen und mir liegt der Gedanke an eine ursprüngliche Interposition von Lamellen des Serpentinminerals *b* zwischen jene von *s*, wobei die augitische Substanz so zu sagen richtend auf jene des Serpentin gewirkt hat, näher, und zwar um so mehr, als ich im Verlaufe der Umwandlung der chloritischen Substanz der Schiefer in Serpentin eine gleichzeitige Ausscheidung von Serpentinmineralien (Faserserpentin *m* und *b*) neben Augit *s* wiederholt zu beobachten Gelegenheit hatte.¹⁾

Die Zwischenlagerung dieser aus feinsten, oft wirr sich durchkreuzenden Fasern bestehenden Lamellen (vide die Beschreibung des Minerals *b*), die zwischen + Nicols gewöhnlich in keiner Stellung dunkel werden, bringt es mit sich, dass auch die Augitkrystalloide von einiger Dicke, die also gewöhnlich aus mehreren Lamellen von *s* mit zwischenliegendem *b* bestehen, von der Fläche aus gesehen zwischen + Nicols in keiner Lage vollständig dunkel werden, indem die Aufhellung von *b* durch *s* hindurch wirkt. Auch begreift sich hiernach der eigenthümliche seiden- bis perlmutterähnliche Glanz, den unsere Augitkrystalloide auf den Ablösungsflächen gewöhnlich zeigen, leicht aus der Auflagerung des öfter äusserst dünnen *b* auf *s*.

In der Regel sind die genannten porphyrisch eingesprengten Krystalloide hellgrün, trüb, mit mattem Perlmutterglanz. In diesem Zustande erinnern sie vor Allem an die oft beschriebenen Bastite des Serpentin. Unter dem Mikroskope zeigt sich, dass die oben geschilderten Augite in diese Form übergehen. Sie erscheinen dann trüb, kaum durchsichtig, mit einem bronzefarbenen Schiller, an Diallag erinnernd. Der Grund dieser Erscheinung konnte nicht ermittelt werden; selbst bei den stärksten Vergrösserungen konnten die genannten Eigenthümlichkeiten nicht auf Interpositionen oder auf eine besondere Structur zurückgeführt werden. Es scheint, dass lediglich chemische Veränderungen Ursache dieser besonderen Form der Augitkrystalloide sind.

¹⁾ Ich will übrigens darauf aufmerksam machen, dass der Umstand, dass die zahlreichen Querrisse im Augit selten auch durch die Lamellen *b* durchsetzen (vergleiche die Fig. 6, Taf. II), meiner Auffassung nicht ganz günstig ist. Andererseits aber, wollte man diese Lamellen als in Serpentin umgewandelte Augitlamellen deuten, kommt man mit der Thatsache in Conflict, dass diese Querrisse, welche einer Serpentinisirung des Augits nach der gewöhnlichen Auffassung dieses Vorganges äusserst günstig waren, keine Spur von Serpentin-ausscheidung zeigen.

Anschliessend an die Beschreibung des Minerals *s* dürfte es am Platze sein, die wichtigsten Eigenschaften von *b*, dem in Platten von parallelfaseriger Structur auftretenden Faserserpentin, zu geben.

Diese nach Art der eben beschriebenen Augitkrystalloide in dünne Lamellen leicht spaltbaren Platten sind als porphyrische Einsprenglinge in den meisten Serpentin bekannt. In der Regel werden sie als Schillerspath oder Bastit bezeichnet und als Pseudomorphosen von Serpentin nach Bronzit oder Enstatit aufgefasst. Ihr Vorhandensein veranlasst die meisten Autoren, auf ein ursprünglich Bronzit oder Enstatit führendes Muttergestein des Serpentin zu schliessen.

Im Verlaufe unserer Beobachtungen wurden wir belehrt, dass diese Form des Serpentin ganz unabhängig von der Form des Mutterminerals auftreten kann. Die eigentliche Krystallform der Serpentinsubstanz ist in der feinen Faser, die optisch einheitlich wirkt, zu suchen. Diese Fasern bilden Aggregate, büschelförmige im Mineral *m*, parallelfaserige in *b*. Was die Veranlassung zu dieser verschiedenen Aggregation ist, lässt sich schwer angeben. Die büschelförmige Gruppierung scheint die natürlichere, ursprünglichere zu sein, denn sie zeigt sich, wenn Serpentin aus amorpher Masse sich frei und ungehindert ausscheidet (III f, III s, *Sm*). Die parallelfaserige Aggregation scheint durch Einflüsse von aussen hervorgerufen. Blätterige Augitkrystalle haben zwischen sich Lamellen mehr weniger parallelfaserigen Serpentin *b*. An Spalten von Augit tritt er in derselben Form auf. Hier scheinen molekulare Kräfte des Augits richtend gewirkt zu haben. Im Chrysotil, der, wie unten bemerkt werden wird, identisch mit *b* und *m* ist, stehen die Fasern senkrecht zu den Spaltrissen, die er erfüllt, auf Rutschflächen liegen die Fasern von *b*, wie alle unsere Beobachtungen zeigen, parallel der Fläche und nach einer Richtung gekehrt. Hier dürften mechanische Vorgänge, Zug und Druck, auf die Lage und Anordnung der sich ausscheidenden Faser Einfluss genommen haben. Schwieriger zu begreifen ist, warum hier eine lamellare Zusammensetzung der Platten auftritt und warum in den einzelnen Lamellen einer Platte die Fasern mitunter verschieden gerichtet sind. Auch innerhalb der Gesteinsmasse, d. h. nicht aussen auf den Rutschflächen der Abänderungen III s und *S*, findet man lamellar zusammengesetzten Faserserpentin *b*. Ob hier Pseudomorphosen nach Augit vorliegen,

oder ob auch hier selbständig, d. h. ohne Einfluss von Seite eines lamellar zusammengesetzten Mutterminerals, diese eigenthümliche Structur entstanden ist, darüber vermochte ich mir kein Urtheil zu bilden.

Ich lasse nun eine ausführlichere Schilderung der morphologischen Verhältnisse dieses parallelfaserigen, lamellar zusammengesetzten Serpentinminerals folgen.

An manchen Punkten, so besonders leicht an der Südseite des Matreier Schlosshügels, knapp an der kleinen Brücke über die Sill, findet man Rutschflächen im Serpentin, auf welchen unser Mineral *b* in dickeren Platten vorkommt und leicht ausgebrochen werden kann. Es ist hier mit weissem, asbestähnlichem Chrysotil verbunden. Platten von *b* von grosser Festigkeit wechseln mit den filzigen Zwischenlagen des Chrysotils. Man hat hier Gelegenheit, mit vollster Sicherheit constatiren zu können, dass unser *b* und der Chrysotil ein und dasselbe Ding sind. Hier hellgrüne, durchscheinende bis durchsichtige parallelepipedisch brechende Platten, glas- bis fettglänzend, Härte 3,5, kaum mit einer Andeutung von Faserung. Weiter ebensolche, aber deutlich gefasert, spec. Gewicht 2,393¹⁾; ferner locker und gröber gefaserte, heller gefärbte infolge von Luftzutritt zwischen die Fasern; endlich fast weisser, parallelfaseriger oder filziger Chrysotil, also alle Uebergänge. Mikroskopisch ist zwischen den Fasern des Chrysotils und jenen der festeren Platten einfach kein Unterschied zu finden. Unser Chrysotil ist nichts weiter, als *b* mit sehr gelockerten Fasern.

Zuweilen verschmelzen die Fasern derart, dass sie auch bei den stärksten Vergrösserungen nicht mehr als solche unterschieden werden können. In solchen Fällen erhält man dann auch zwischen + *N* vollständige Auslöschung und einheitliche Aufhellung.

Lamellen, in denen die Fasern vollkommen gerade und sämmtlich parallel liegen, können gefunden werden, doch gelingt ihre Lostrennung von anderen behufs Prüfung im polarisirten Lichte kaum.

Die Platten von *b* auf den Rutschflächen brechen parallelepipedisch begrenzt aus. Solche Platten lassen sich leicht in Lamellen spalten. Ich

¹⁾ Das auffallend niedere specifische Gewicht von *b* gegen *m* (vergl. S. 31) dürfte sich wohl aus der lockeren Aggregation der Fasern erklären.

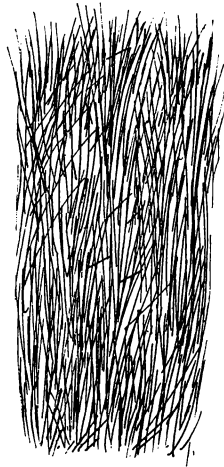
benütze um der Kürze des Ausdrucks willen Krystallflächensymbole zur Bezeichnung bestimmter Ebenen an diesen Platten, indem ich sie wie Spaltungsstücke eines nach 100 vollkommen spaltbaren rhombischen Minerals behandle.

Hiernach ist die Fett- bis Perlmutterglanz zeigende Spaltfläche 100. Nach dieser Fläche sind die Platten leicht in feine Lamellen spaltbar. Die Flächen 100 sind äusserst fein parallel gestreift einer Faserrichtung in den Platten entsprechend; parallel dieser verlaufen häufig kräftigere gerade Risse. Durch Bruch erhält man etwas rauhe, auf 100 senkrecht stehende, parallel der Faserung laufende Flächen 010, auf denen die lamellare Zusammensetzung der Platten deutlich zu sehen ist. Auf 100 laufen quer gegen die Faserung unregelmässige, gewöhnlich schief gegen die Faserung gestellte Klüfte; nach diesen Klüften brechen die Platten in Flächen ab, die zwar mehr weniger senkrecht zu 100 stehen, die Fasern aber gewöhnlich schief übersetzen. Die auf 100 und auf den Fasern senkrecht stehende Fläche 001 kann man daher nicht durch Spaltung herstellen.

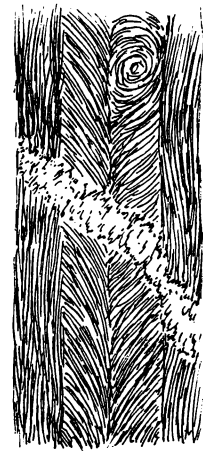
Um über die optischen Verhältnisse dieser Platten Aufschluss zu erhalten, wurden von ausgelösten grösseren Platten des Serpentin *s* und von der oben erwähnten, an *b* reichen Rutschfläche an der Südseite des Matreier Schlosshügels Schriffe nach 100, 010 und 001 hergestellt. Man bemerkt dabei sofort, dass man es nicht mit eigentlichen Krystallen, sondern mit Krystallformen nachahmenden Aggregaten von Krystallen, als welch' letztere ich die optisch einheitlich wirkende feine Faser betrachte, zu thun hat. Einheitliche optische Wirkungen wären daher nur dann zu erzielen, wenn die Elemente dieser Aggregate, also die Fasern, vollkommen parallel gelagert wären und in dieser Lage sich innig berühren würden, was äusserst selten der Fall ist.

Platte parallel 100. Bei einiger Dicke grün, ganz dünn fast farblos. Dichroismus an dickeren Platten gut bemerklich, und zwar Schwingungen parallel den Rissen kalt blaugrün, senkrecht hierzu warm gelblich grün, doch nicht einheitlich auf der ganzen Fläche. Um für andere Stellen denselben Wechsel zu erzielen, muss man den Schliff zuerst um einen kleinen Winkel aus der früheren Stellung drehen. Zwischen $+N$ erhält man in keiner Stellung vollkommene Dunkelheit; am dunkelsten erscheint der Schliff, wenn *c* parallel den Nicolhauptschnitten ist, am hellsten in der 45° -Stellung. Im polarisirten Lichte ist die Faserung deutlicher, es zeigt sich, dass zwar im

Grossen und Ganzen die Fasern parallel c liegen, dass jedoch andere Lagen in Menge vorkommen. Nur die den Nicolhauptschnitten parallelen Fasern löschen aus, daher die unvollkommene Auslöschung der Aggregate. Der Anblick erinnert lebhaft an einen zwischen zwei Glasplatten gepressten, mässig verworrenen Haarstrang. Beim Heben und Senken des Tubus bemerkt man deutlich, dass in tieferen Lagen der Platte die Fasern bis zur Querstellung gegen die ersteren gedreht sein können. Die Fasern zeigen Vorliebe zu büschelförmiger Anordnung, wie im Mineral m . An solchen Krystalloiden, an welchen die Faserung so bedeutend von der Parallelität abweicht, fehlen auch die Risse und es lässt sich somit an ihnen die Richtung b und c nicht unterscheiden. Interferenz-Farben an dünnen Stellen des Schliffes wenig



Figur 5.



Figur 6.

lebhaft, gelblich weiss bis blaugrau, an dickeren werden sie lebhafter, kräftig blau, gelb bis roth. Axenbild ist selbst in Oel mit dem Condensor nicht zu erzielen. Ein Bild der Flächenansicht einer solchen Lamelle giebt beifolgende Fig. 5.

Platte parallel 010. Die blätterige Zusammensetzung sehr deutlich; der Schliff zerfällt leicht nach den Blättern in einzelne Streifen. Jeder Streifen aus den zartesten, mehr weniger parallel gelegten Fasern zusammengesetzt. Farbe grün und gelb, und zwar (bei abgehobenem Analysator) kalt (bläulich) grün, bei Schwingungen parallel den Fasern und somit, falls letztere in der Richtung der Spaltrisse liegen, parallel den letzteren, also parallel c , gelb (etwa ockergelb), senkrecht zu den Fasern und Spaltrissen, somit parallel a . Der Dichroismus ist hier viel lebhafter, als auf der Fläche 100. Im Uebrigen erhält man auch hier keine einheitliche Farbe bei Parallelstellung des unteren Nicolhauptschnittes mit den Spaltrissen, auch hier werden gewisse Stellen kräftig grün erst bei einer Drehung des Präparates, da auch hier die Faserung durchaus nicht vollkommen den Spaltrissen parallel ist. Ja es kommt sogar vor, dass die Fasern einzelner Lamellen, unter sich mehr weniger

parallel verlaufend, schief oder fast senkrecht auf den Spaltungsflächen (Begrenzungsflächen der Lamellen) stehen. (Vergleiche die Zeichnung Fig. 6.) Solche Lamellen erscheinen natürlich gelb, wenn die anderen grün sind, und umgekehrt. Zwischen $+N$ ist ebenfalls keine vollständige Dunkelheit zu erzielen, wenn auch der Schliff am dunkelsten erscheint bei Parallelstellung der Spaltrisse mit einem Nicolhauptschnitte. Auch solche Schlitze zeigen, wie zu erwarten war, kein Achsenbild bei Anwendung der Condensorlinse.

Schliff parallel 001. Grün und gelb gefleckt, die blätterige Zusammensetzung sehr deutlich, die Faserung nur da und dort deutlich zu sehen. Dichroismus sehr merklich, warm (gelblich) grün bei Schwingungen parallel b , ockergelb parallel a . In diesen Schliffen bemerkt man eine zweite Spaltbarkeit. Sie entspricht einem Prisma, das mit (100) einen Winkel von ungefähr 45° bildet. Die Spaltrisse sind nicht vollkommen gerade und so erhält man bei verschiedenen Messungen verschiedene Werthe; ich erhielt 43° — 47° . Dieser prismatischen Spaltbarkeit entsprechen die Risse auf (100). Den letzteren Spalten folgen Einlagerungen von Faserserpentin m ; man erhält Bilder, welche vollkommen jenen gleichen, die in Serpentinisierung begriffene Augite zeigen.

Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass alle diese Eigenschaften die Auffassung rechtfertigen, man habe es hier mit Pseudomorphosen von Serpentin nach Augit zu thun. Ich zweifle auch nicht, dass ein Theil der ausgelösten und untersuchten Platten in diesem Sinne zu nehmen ist. Allen eine solche Genesis zuzuschreiben, daran hindert mich das Vorkommen derselben auf der Oberfläche der Knollen IIIs, die sie hier als papierdünne hellgrüne Häutchen, dort zu grösserer Dicke anwachsend in Schichten von 2 bis 5 mm Dicke und mehr in grosser Ausdehnung bedecken, die Fasern sämmtlich parallel gerichtet und gleichgerichtet zeigend mit den die Rutschfläche bedeckenden Rutschungsstreifen. Es ist hier ganz offenkundig, dass auf die Richtung der Elemente, der Fasern, dieser Platten die Bewegung, das Gleiten, der Gesteinsmasse längs der Rutschungsfläche Einfluss genommen hat. Wollte man diesen Einfluss oder die Annahme, dass der Substanz des Faserserpentins schon von Haus aus die Tendenz zur Bildung der beschriebenen Aggregate innewohne, durchaus abweisen, so müsste man annehmen, es hätten sich Augite in dieser ganz ungewöhnlichen Form, als ausgedehnte Häutchen und Platten, auf Rutschflächen gebildet; es wären also diese durch die Bewegung in ihrer

Ausbildung beeinflusst worden und erst später sei die Serpentinisirung eingetreten.

Für mich hat die Annahme einer Ausbildung von Faserserpentin in der angegebenen an Pseudomorphosen nach Augit erinnernden Form ohne vorangehenden Augit wenigstens nicht mehr Unwahrscheinlichkeit, als durch Vermittelung derselben in der eben angedeuteten Weise.

Losgelöste Blättchen von *b* verhalten sich chemisch vollkommen gleich wie *m*. Sie sind kaum schmelzbar und werden von heisser Salzsäure unter Hinterlassung von amorpher Kieselsäure mit vollständiger Erhaltung der Form und Structur zerlegt.

Die Mineralien *m* und *b* oder richtiger gesagt die Fasern, welche in den beiden mit diesen Buchstaben bezeichneten Aggregatformen auftreten, verhalten sich somit physikalisch wie chemisch vollkommen gleich, sie gehören also demselben Mineral an, das, wie oben hervorgehoben wurde, mit Chrysotil identisch ist und das, wie die chemischen Analysen beweisen, die Zusammensetzung des Serpentin hat.

Nach dem Mitgetheilten besteht das Gestein *S* wesentlich aus Serpentin-substanz (Mineral *f* = *b* und *m*), welche zum Theil ursprüngliche Ausscheidung aus der stellenweise noch erhaltenen amorphen chloritischen Masse der grünen und rothen Schiefer, zum Theil aus der Umbildung des ebenfalls aus der chloritischen Substanz auskrystallisirten augitischen Minerals *s* hervorgegangen ist. Dazu gesellt sich Magnetit, aus *s* entstandenes Mineral *y* und Chromit und spärliche Reste von Talk, die mit dem Augit aus der amorphen Chloritsubstanz hervorgegangen sind.

Das die Zellwände, die Maschen, bildende Serpentinmineral wurde bisher mit *f* bezeichnet. Aus der Vergleichung mit *m* und *b* ergibt sich, dass es von letzterem nicht verschieden ist; es ist parallel faserige Serpentin-substanz, entstanden auf den Kluftflächen der zersetzten Schiefer oder den Spalten des in diesen Schiefen gebildeten Augits.

Die Zellwände bestehen entweder aus einer einzigen Schicht oder aus mehreren. Wenn das letztere der Fall ist, sind sie häufig nach Art der Erzgänge symmetrisch gebaut: zwischen zwei gleichartigen äusseren liegen nach innen zu weitere Paare, in der Mitte bleibt mitunter ein von fremder Substanz (gewöhnlich Calcit, Magnetit) ausgefüllter Raum. Die einzelnen

Schichten oder Blätter bestehen aus unvollkommen parallel gelegten feinsten Fasern. Die Richtung der Fasern in den einzelnen Blättern ist verschieden. Es scheint, dass in mehrschichtigen Wänden die aufeinander gelegten Blätter stets verschieden gerichtete Faserung haben, wodurch eben im Durchschnitte durch eine solche Wand und besonders im polarisirten Lichte die einzelnen Blätter deutlich unterschieden sind.

Wie erwähnt, sind die Fasern jeder Lamelle einer Wand nur im Grossen und Ganzen unter sich parallel; in der Regel weichen sie von dieser Lage mehr oder weniger ab, ausserdem ist jede Faser durchaus nicht vollkommen gerade, sondern flach wellig gekrümmt. Dieser Umstand, sowie die Ueberlagerung mehrerer Lamellen mit verschiedener Faserrichtung bringt es mit sich, dass eine solche Wand von der Fläche aus gesehen, wo sie das Bild des Minerals *b* darbietet, sich nicht optisch einheitlich verhält; gewöhnlich kann man sie in keiner Stellung zur Dunkelheit bringen.

Die Flächenansicht einer Zellwand zeigt nicht selten sich rechtwinkelig kreuzende Fasern (gestrickte Structur). Es erklärt sich dies in folgender Weise. Bilden mehrere Schichten eine Wand und sind dieselben, wie erwähnt, wellig gebogen, so wird ein Schliff, der diesen Schichten parallel ist, an einigen Stellen die oberste Schicht entfernt haben, während sie an anderen erhalten blieb. An den ersteren Stellen sieht man nun die Faserung der unteren, an letzteren die der oberen Schicht, und hier hat man nun Gelegenheit, zu erkennen, dass die Faserrichtung in den aufeinanderfolgenden Schichten häufig mehr weniger senkrecht zu einander gestellt ist.

Flächenansichten der Zellwände erscheinen im Dünnschliff als mehr oder weniger parallelfaserige Aggregate. In den Beschreibungen der Autoren erscheinen diese letzteren häufig kurzweg als Pseudomorphosen von Serpentin nach Enstatit oder Bronzit und der Mangel einer einheitlichen optischen Orientirung wird als mit der theilweisen Zersetzung dieser letzteren zusammenhängend aufgefasst. Aus der gegebenen Darstellung geht hervor, dass diese Erklärung durchaus nicht immer zutreffend ist, wenn auch nicht in Abrede gestellt werden soll, dass in Serpentin umgewandelte rhombische Augite ähnliche Bilder geben können.

Im Querschliffe auf diese Wände, also in den bekannten Maschen des Serpentin, noch häufiger aber in den ganz unregelmässig durchsetzenden

Strängen (tertiäre Serpentinbildung) bemerkt man ausserdem die Erscheinung, dass aufeinanderfolgende Lamellen auch in der Weise abwechseln, dass zwischen Schichten mit Faserung in der Erstreckung der Flächen noch solche vorkommen, in denen die Fasern mehr weniger senkrecht auf den Flächen stehen.

Nicht immer sind die Fasern deutlich zu erkennen; zuweilen verschmelzen sie und stellen dann eine sich optisch einheitlich verhaltende Masse dar. In jedem Falle aber kann man sich über die Lage der Fasern durch den deutlich bemerkbaren Dichroismus, kaltgrün bei Schwingungen parallel zu den Fasern, gelb bis farblos senkrecht hinzu, leicht klar werden.

Vor einer Täuschung in dieser Richtung möge hier gewarnt werden. Es kommt nicht selten vor, dass man beim Anblick eines Stranges im polarisirten Lichte quer gegen die Erstreckung des Stranges gestellte Fasern zu sehen glaubt. Bei einer Prüfung auf den Dichroismus stellt sich dann die auffallende Erscheinung ein, dass man parallel der Faserung gelb, senkrecht hierzu grün erhält, also gerade gegen die Erwartung. Die Erscheinung erklärt sich auf folgende Weise. Wie bereits oben hervorgehoben wurde, verläuft jede Faser selten vollkommen geradlinig; gewöhnlich liegen dieselben in einer Schicht etwa wie die mässig verworrenen Haare eines Stranges vom Haupte einer gelockten Schönen, der zwischen zwei Glasplatten gequetscht wurde. Manchmal nun sind diese Stränge rasch geknickt, etwa wie Haar, das mit dem Brenneisen behandelt wurde; die einzelnen Knickungen liegen sehr nahe an einander. Betrachtet man einen solchen Strang in einem Schlitze parallel zur Faserung zwischen $+N$, so löschen bei einer bestimmten Stellung z. B. die Partien zwischen den raschen Knickungen aus, während die, gewöhnlich etwas schräg gegen die Erstreckung des Stranges gestellten geknickten Partien hell bleiben. Dadurch wird, besonders bei schwächerer Vergrösserung, die Täuschung hervorgerufen, als ob quer gegen den Strang gestellte Faserung vorläge. Der gewöhnlich auffallende Dichroismus giebt jedoch in einem solchen Falle über die wahre Lage der Fasern sofort Aufschluss.

Chemische Verhältnisse.

Die in Tabelle A und B aufgeführten analytischen Daten verdanke ich der freundlichen Mühewaltung des Herrn Prof. Dr. C. Meinecke, Leiter der Abtheilung für unorganische Chemie in Schmitt's Laboratorium in Wiesbaden, dem ich hierfür zu grossem Danke verpflichtet bin.

Diese Zahlen gewinnen dadurch noch besonders an Werth, dass zur Zeit der Ausführung der Analyse der Chemiker von den an diese Gesteine sich knüpfenden genetischen Fragen, sowie von den geologischen und petrographischen Verhältnissen der Gesteine, denen die Proben entnommen wurden, keine Kenntniss hatte und somit vollkommen unbeeinflusst und ohne Rücksicht auf ein etwa anzustrebendes Ergebniss arbeiten konnte.

Aus dem vorhandenen Materiale wurden acht Gesteinsproben zu Analysen ausgewählt. Sämmtliche Proben erwiesen sich als theilweise durch Salzsäure zerlegbar. In den nebenstehenden Tabellen stellt *b* die Analyse des in Salzsäure löslichen, *c* die des unlöslichen Antheiles vor, *a*, durch Summirung beider entstanden, giebt nach Hinzuzählung des gemeinsamen Glühverlustes die Bauschalzusammensetzung der Probe. Analyse 1 zeigt die Zusammensetzung des Serizit führenden Schiefers I, 2 jene des hellgrünen Schiefers II, 3 die des dunkler grünen Schiefers III. Zur Analyse 4 wurde die Abänderung III_f, zu 5 III_{ft} verwendet. Analyse 6 stellt die Zusammensetzung der Serpentinrollen III_s, Analyse 7 jene des stark zerbröckelten Serpentin_s von der Südseite des Matreier Schlosshügels dar. Zur Gewinnung der Zahlen sub 8 wurde die im Texte ausführlich beschriebene Abänderung *Sm* vom Südfusse des Matreier Schlosshügels verwendet.

Wie schon aus der petrographischen Beschreibung hervorging, stellen I—III neben einander bestehende Abänderungen der grünen Schiefer dar. Hiermit im Einklange steht die annähernd gleiche chemische Zusammensetzung.

Tabelle A.

Gestein:	I	II	III	III _f	III _{ft}	III _s	S	Sm	
Analyse:	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	
Si O ₂	54.13	53.22	63.53	29.94	56.32	43.48	38.52	40.33	
Ti O ₂	0.98	0.85	0.60	1.11	—	—	—	—	
Al ₂ O ₃	21.15	20.81	13.11	} 33.14 {	3.17	3.55	} 4.36 {	1.54	
Cr ₂ O ₃	—	?	?		0.24	0.36		—	
Fe ₂ O ₃	2.27	1.42	1.12		4.76	4.68		4.65	3.98
Fe O	5.95	6.11	6.40		1.53	1.14		3.35	3.94
Mn O	Spur	0.07	0.11	0.21	0.18	0.18	0.17	—	
Ca O	—	—	—	—	—	0.43	0.92	—	
Mg O	3.64	5.68	7.31	25.33	27.93	35.47	35.09	38.47	
Na ₂ O	2.29	7.55	} 4.06 {	} 0.57 {	0.75	0.60	0.47	—	
K ₂ O	4.95	0.68			0.15	0.13	0.17	—	
H ₂ O	4.92	3.36	3.33	10.40	4.96	10.09	11.26	11.47	
	100.28	99.75	99.57	100.70	99.99	100.11	98.86	100.07	

Tabelle B.

	1b	1c	2b	2c	3b	3c	4b	4c	5b	5c	6b	6c	7b	7c	8b	
Si O ₂	11.00	43.13	9.22	44.00	8.91	54.62	28.75	1.19	2.92	53.40	31.22	12.26	35.87	2.65	42.08	
Ti O ₂	—	0.98	—	0.85	—	0.60	—	1.11	—	—	—	—	—	—	—	
Al ₂ O ₃	8.59	12.56	7.05	13.76	6.48	6.63	17.81	} 0.16 {	2.61	0.56	3.14	0.41	3.60	} 0.53 {	1.54	
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	?	?	—		0.24	—	0.26	0.10	0.23		—	
Fe ₂ O ₃	1.24	1.03	1.20	0.22	0.72	0.40	2.75		0.73	4.03	4.16	0.52	4.43		0.22	3.98
Fe O	5.95	—	6.11	—	6.40	—	11.23		1.53	—	1.14	—	3.35		—	3.94
Mn O	Spur	—	0.07	—	0.11	—	0.21	—	0.18	—	0.18	—	0.17	—	—	
Ca O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.43	—	0.92	—	
Mg O	2.72	0.92	5.60	0.08	7.12	0.19	25.29	0.04	4.45	23.48	28.72	6.75	34.39	0.70	38.47	
Na ₂ O	0.64	1.65	0.39	7.16	} 0.17 {	} 3.89 {	} 0.37 {	} 0.03 {	0.36	0.39	0.31	0.29	0.23	0.24	—	
K ₂ O	1.47	3.48	0.13	0.55					0.17	0.07	0.08	0.08	0.05	0.17	—	—
Summe	31.61	63.75	29.77	66.62	29.91	66.33	86.58	2.53	13.09	81.94	69.21	20.81	82.67 ¹⁾	5.26		
H ₂ O		4.92		3.36		3.33		10.40		4.96		10.09		11.26	11.47	

¹⁾ Ausserdem fanden sich im Gestein noch 0.23 % Ni O. — Ein Nickelgehalt ist nach mehreren Autoren Olivinserpentinen eigen. Den Nickelgehalt unserer Serpentine schreibe ich der Anwesenheit von Nickelerzen zu. Vgl. übrigens Petersen, Jahrb. f. Min. VI. 1867. S. 838.

I ist serizitreich, daher der Kaligehalt grösser, III ist quarzreicher, feldspath-ärmer als II, daher Erhöhung der Kieselsäure, Verminderung^g von Thonerde und Alkalien. Die Vergrösserung des Magnesiagehaltes deutet auf eine relative Vermehrung des chloritischen Bestandtheiles. Hiermit stehen die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung vollkommen in Uebereinstimmung.

Analyse 4 giebt vorherrschend nur die Zusammensetzung des Prochlorits der grünen Schiefer, entsprechend den Thatfachen, die der mikroskopische Befund ergeben; der Feldspath-Bestandtheil ist zum grösseren Theile entfernt, das Gestein muss nahezu zwei Drittheile seiner Masse verloren haben. (Vgl. die löslichen Antheile von 1, 2 und 3.)

Die folgenden chemischen Betrachtungen ergeben ebenso, wie die mikroskopische Beobachtung, dass wesentlich IIIf das Material für die Serpentinbildung abgegeben hat.

Analyse 5 giebt IIIf und Talk; ob zur Bildung des letzteren nur chloritische Substanz aus IIIf oder auch Feldspathsubstanz verwendet wurde, vermag ich aus den analytischen Zahlen nicht zu ersehen.

Analysen 6 und 7 zeigen grosse Uebereinstimmung, wie dies nach dem petrographischen Befunde zu erwarten war. Aus dem Verhältnisse von Kieselsäure zur Magnesia kann man bereits die vorherrschende Serpentinsubstanz erkennen.

Noch mehr ist dies bei Analyse 8 der Fall. Letztere erinnert an die bekannt gewordenen Antigoritanalysen.

Interpretationen.

Analyse Nr. 1. Die Interpretation der Analyse 1 stösst auf einige Schwierigkeiten. Die Alkalien können theilweise dem Feldspath, theilweise dem Sericit angehören. Sie können daher nicht, wie dies bei den folgenden Analysen thunlich war, als Ausgangspunkt für die Berechnung des Antheiles, den jedes dieser Mineralien an der Gesteinszusammensetzung nimmt, benutzt werden. Der Umstand, dass mehr als 30 % des Gesteins aus in Salzsäure löslichen Mineralien bestehen, deutet darauf hin, dass ausser den durch das Mikroskop nachweisbaren wesentlichen Bestandmineralien Feldspath, Sericit, Quarz, Turmelin und Rutil noch wenigstens ein Mineral, und zwar ein durch Salzsäure zersetzbares, vorhanden sein muss. Der Vergleich des Schiefers I mit den übrigen und der makroskopische Befund weisen auf Prochlorit hin. Prochlorit ist als Spaltenfüllmasse mikroskopisch nachweisbar; solche Füllmasse muss in das Analysenmaterial übernommen werden, da bei der grossen Zahl der Spalten und deren Kleinheit es nicht möglich ist, davon freie Stücke für die Analyse auszuwählen. Ob in der Gesteinsmasse selbst Prochlorit enthalten ist, konnte mikroskopisch mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden, die auffallend grosse Menge des löslichen Antheiles macht es jedoch wahrscheinlich.

Analyse Nr. 2. Der in Salzsäure unlösliche Theil erweist sich unter dem Mikroskop als ein Gemenge von vorherrschend Feldspath, vielleicht mit etwas Serizit (die Kleinheit des Kornes lässt hierin keine Sicherheit erreichen) und den Rutilnadelchen.

Die Interpretation des unlöslichen Antheiles des grünen Schiefers II begegnet also keinen besonderen Schwierigkeiten.

Der in Salzsäure unlösliche Antheil (2*c*, Tab. B) beträgt nach der Analyse 66,62 % des ganzen Gesteines, wenn der Glühverlust vollständig zum löslichen Theile gezogen wird, wozu die mineralogische Zusammensetzung des unlöslichen Theiles berechtigt.

Beim löslichen Antheile (2*b*) befinden sich geringe Mengen von Alkalien; da die mikroskopische Analyse der Dünnschliffe von II, wenn man vorläufig zur Vereinfachung der Betrachtung von dem durch die 0.13 % Kali angedeuteten Serizit absieht, nur den Feldspath als den Träger der Alkalien erkennen lässt, so erklärt sich die Anwesenheit der kleinen Mengen von Alkalien im löslichen Theile wohl dadurch, dass etwa theilweise zersetzter Feldspath ebenfalls angegriffen wurde. Ich habe daher sämtliche Alkalien zum unlöslichen Theile gezogen und als Natron des Albits in Rechnung gebracht.

	2 <i>d</i>	2 <i>e</i>	2 <i>f</i>	2 <i>g</i>
<i>Si</i> O ₂	6.81	21.90	46.41	24.50
<i>Ti</i> O ₂	—	—	0.85 ¹⁾	—
<i>Al</i> ₂ O ₃	7.65	24.60	13.16	30.78
<i>Fe</i> ₂ O ₃	1.42	4.57	—	—
<i>Fe</i> O	6.11	19.65	—	—
<i>Mn</i> O	0.07	0.22	—	—
<i>Mg</i> O	5.68	18.26	—	32.64
<i>Na</i> ₂ O	—	—	8.00	—
<i>H</i> ₂ O	3.36	10.80	—	12.08
	31.10	100.00	68.42	100.00

Es ergeben sich sonach für Albit und Rutil die oben sub 2*f* aufgeführten Zahlen. Umgekehrt mögen die geringen Mengen von Eisen und Magnesia von Resten des löslichen Antheiles, die beim unlöslichen geblieben sind, herrühren. Demnach finden sich unter 2*d* die corrigirten Zahlen des löslichen Antheiles. Berechnet man dieselben auf 100, so erhält man die Werthe unter 2*e*. Dieselben ergeben einen Prochlorit, der dem Amesit sehr nahe gerückt ist. (Vgl. Tschermak, Chloritgruppe, l. c. II. Theil S. 49.)

¹⁾ Dem Rutil angehörig.

Die Interpretation der Analyse des grünen Schiefers II ergibt sonach in Uebereinstimmung mit dem mikroskopischen Befunde, dass dieser Schiefer wesentlich aus Albit, Prochlorit (etwas Serizit) und Rutil besteht.

Reducirt man im Sinne Tschermak's (Chloritgruppe II, S. 49) die Analyse 2e, indem man statt des Eisenoxyds die entsprechende Menge Thonerde, statt des Eisenoxyduls die entsprechende Menge Magnesia einsetzt und die Analysen sodann wieder auf 100 berechnet, so erhält man für den Prochlorit in Schiefer II die Zusammensetzung sub 2g. Hiernach wäre unser Prochlorit ein Glied der Chloritgruppe, das in der von Tschermak (l. c. S. 60) angegebenen Reihe zwischen $Sp_2 At_3$ und $Sp_1 At_9$ ($Sp =$ Serpentin-substanz, $Si_2 Mg_3 H_4 O_9$, $At =$ Amesitsubstanz, $Si Al_2 Mg_2 H_4 O_9$) zu setzen wäre. Wir werden sehen, dass mit grösserer Annäherung des Gesteines an Serpentin auch die Prochloritsubstanz eine fortwährende Vermehrung des Serpentinmoleküls und eine Verminderung des Amesitmoleküls erfährt.

Analyse Nr. 3. Wie bereits bekannt, unterscheidet sich das Gestein III von II nicht wesentlich; es ist eine Verminderung des Feldspaths, eine Vermehrung von Quarz und chloritischer Substanz zu bemerken.

	3d	3e	3f	3g	3h	3i
<i>Si O₂</i>	26.81	2.96	23.85	23.85	27.73	29.85
<i>Al₂ O₃</i>	19.49	0.84	18.65	20.03	23.29	23.24
<i>Fe₂ O₃</i>	2.17	—	2.17	—	—	—
<i>Fe O</i>	19.25	—	19.25	—	—	—
<i>Mn O</i>	0.33	—	0.33	—	—	—
<i>Mg O</i>	21.42	—	21.42	32.11	37.33	35.75
<i>Na₂ O</i>	} 0.51	} 0.51	—	—	—	—
<i>K₂ O</i>			—	—	—	—
<i>H₂ O</i>			10.02	10.02	10.02	11.65
	100.00				100.00	

Berechnet man die Zahlen für den löslichen Antheil 3b unter Hinzuziehung des ganzen Glühverlustes zu diesem Theile auf 100, so erhält man die Werthe sub 3d. Unter Zugrundelegung der 0,51 % Alkalien als Natron

zur Berechnung der in Lösung übergegangenen Feldspathsubstanz erzielt man die Zahlen sub 3e; 3f stellt den Rest dar. Derselbe, unter Vernachlässigung des unbedeutenden Mangangehalts reducirt, ergiebt 3g, auf 100 berechnet 3h.

Der dadurch repräsentirte Chlorit ist in Tschermak's Reihe (l. c. II. Th. S. 60) nicht unmittelbar einzufügen, steht aber in der Nähe von $Sp_3 At_7$.

Legt man der Berechnung die Werthe sub 3d zu Grunde, ohne Abzug des Feldspaths und unter einfacher Vernachlässigung von Mangan und Alkalien, die zusammen nicht 1 % erreichen, so erhält man den Chlorit sub 3i, der in Tschermak's Reihe sehr nahe bei $Sp_4 At_6$ steht.

Analyse Nr. 4. Aus der mikroskopischen Beschreibung geht hervor, dass das Gestein IIIf vorwiegend aus Prochlorit besteht, in dem sich noch Reste der ursprünglichen Feldspathgrundmasse und die oft zu grösseren Gruppen vereinigten Rutilnadelchen befinden. In Uebereinstimmung damit steht die geringe Menge des unlöslichen Antheiles, 2,53 %, im Vergleiche zum löslichen.

Die mikroskopische Untersuchung des unlöslichen Theiles ergiebt: Feldspathkörner und in grosser Menge die Nadelchen, deren Formen hier sehr gut beobachtet werden können. Man hat vor sich einzelne auffallend grosse, mit pyramidalen Enden versehene Nadelchen, geknickte Zwillinge, unregelmässig zu Häufchen verwachsene und platte, syrxähnliche Gruppen.

Hiernach ergiebt sich die Interpretation der Analyse Nr. 4 von selbst.

Im unlöslichen Theile, 4c, ist zunächst die fast die Hälfte desselben betragende Titansäure als dem Rutil angehörig auszuscheiden.

Die Alkalien im löslichen Theile (4b) gehören wohl auch hier dem angegriffenen Feldspathe an. Sie wurden in derselben Weise, wie bei Analyse Nr. 2, für Albit in Rechnung gezogen. Es erhöht sich dadurch zwar die Zahl für den unlöslichen Antheil (den Feldspath als unzersetzt aufgefasst), allein es wird dies weniger auffallen, wenn man bedenkt, dass hier Feldspathsubstanz im Stadium eines molekularen Umsatzes vorliegt, in welchem die Löslichkeit eine viel grössere sein könnte, als im Zustande krystalliner Ausscheidung.

	4 d	4 e	4 f	4 g
<i>Si</i> O ₂	26.98	28.76	2.96	30.79
<i>Ti</i> O ₂	—	—	1.11 ¹⁾	—
<i>Al</i> ₂ O ₃	16.97	18.09	0.84	21.37
<i>Fe</i> ₂ O ₃	2.75	2.93	—	—
<i>Fe</i> O	11.23	11.97	—	—
<i>Mn</i> O	0.21	0.22	—	—
<i>Mg</i> O	25.29	26.95	—	35.98
<i>Na</i> ₂ O	—	—	0.51	—
<i>H</i> ₂ O	10.40	11.08	—	11.86
	93.83	100.00	5.42	

Die Zahlen unter 4f geben den Antheil von Albit und Rutil, die unter 4d jene, welche dem in Umwandlung begriffenen Prochlorit angehören. Die sub 4e aufgeführte procentische Zusammensetzung des letzteren, verglichen mit den bei Tschermak (l. c. S. 48 und 49) zusammengestellten Prochloritanalysen, lassen einen hohen Kieselsäuregehalt und eine Vermehrung der Magnesia erkennen, was auf bereits beginnende Serpentinisirung zu deuten ist. Gut im Einklange damit steht der mikroskopische Befund, der neben Prochlorit grüne amorphe Substanz aufweist.

Reducirt man, wie oben, die analytischen Zahlen sub 4e, so erhält man die Werthe sub 4g, Zahlen, welche von jenen, die Tschermak (l. c. S. 60) für einen Chlorit von der Mischung $Sp_4 At_6$ berechnet, nur unerheblich abweichen.

Analyse Nr. 5. Berechnet man aus dem gesammten Natrongehalt (die geringe Menge Kali als Natron in Rechnung gezogen) den Antheil an Kieselsäure und Thonerde, den der vorhandene Albit beansprucht, ebenso die entsprechenden Werthe für den Talk unter der Voraussetzung, dass die Magnesia des unlöslichen Theiles dem Talke angehört, wozu die mikroskopische Untersuchung des unlöslichen Rückstandes, die nur Talk und wenig Feldspath aufweist, berechtigt, so erhält man die sub 5d (Feldspath) und 5e (Talk) aufgeführten Zahlen.

¹⁾ Dem Rutil angehörig.

	5d	5e	5f	5g	5h	5i
<i>Si O₂</i>	4.93	47.02	4.37	29.71	29.71	32.75
<i>Al₂ O₃</i>	1.40	—	1.77	12.03	15.19	16.74
<i>Cr₂ O₃</i>	—	—	0.24	1.64	—	—
<i>Fe₂ O₃</i>	—	—	0.73	4.96	—	—
<i>Fe O</i>	—	—	1.53	10.40	—	—
<i>Mn O</i>	—	—	0.18	1.22	—	—
<i>Mg O</i>	—	23.48	4.45	30.25	36.03	39.72
<i>Na₂ O</i>	0.85	—	—	—	—	—
<i>H₂ O</i>	—	3.52	1.44	9.79	9.79	10.79
	7.18	74.02 ¹⁾	14.71	100.00	90.72	100.00

Dabei zeigt sich, dass die Kieselsäure im unlöslichen Theile um 1.45 Procent höher ist, als die von Albit und Talk beanspruchte Menge. Dieselbe stammt wohl vom löslichen Theile und kann unbedenklich diesem zugezählt werden. Die vom Albit beanspruchte Menge Thonerde findet sich nicht vollständig im unlöslichen Theile. Dies kann jedoch nicht auffallen, da auch ein Theil der dem Albit zugeschriebenen Alkalien sich im löslichen Antheile befindet. Es beweist dies nur, dass ein Theil des Feldspathes bereits in löslicher Form im Gestein vorhanden war und man bemerkt mit Befriedigung, dass ungefähr in demselben Verhältnisse, wie die Alkalien, auch die Thonerde in den löslichen Theil übergegangen ist. Das Eisenoxyd entspricht wohl dem im Gesteine ausgeschiedenen, nicht gelösten Erze und kann demnach nicht zum löslichen Theile gezogen werden. Somit bleiben im löslichen Theile die sub 5f aufgeführten Zahlen. Bringt man diese, wie es sub 5g geschehen ist, auf Hundert, so erhält man Werthe, welche sofort eine bedeutende Annäherung an Serpentin erkennen lassen. Vergleicht man sie mit den entsprechenden Zahlen sub 4e, so zeigt sich Kieselsäure und Magnesia erhöht, Thonerde ist zurückgegangen. Im Uebrigen ist zu beachten, dass der im Gesteine nachweisbare Glaukophan Alkalien für sich in Anspruch nimmt, was in der vorgenommenen Interpretation nicht in Betracht gezogen werden konnte; man darf daher von obigen Zahlen eine nicht allzugrosse Annäherung

¹⁾ Hierzu 4.03 % *Fe₂ O₃* giebt 85.23 % unlöslichen Antheil.

an die Wirklichkeit erwarten. Um die Natur des durch 5g repräsentirten Chlorits zu erkennen, wurden die Zahlen sub 5g unter Vernachlässigung von Chrom und Mangan reducirt. 5h giebt die erhaltenen Werthe, die sub 5i auf Hundert gebracht sind. Hiernach stellt sich der in IIIft enthaltene Chlorit in die Nähe der Mischung $Sp_5 At_5$.

Analyse Nr. 6. Im unlöslichen Theile steckt der Talk, das augitische Mineral *s*, das braune *y* und vielleicht noch Feldspathsubstanz. Da kein Bestandtheil nur einem dieser Mineralien angehört, lässt sich ihr Antheil an den Zahlen in 6c nicht berechnen.

	6d	6e	6f	6g	6h	6i
<i>Si O₂</i>	2.09	29.13	29.13	12.23	16.90	4.92
<i>Al₂ O₃</i>	0.59	2.55	5.20	5.20	—	0,41
<i>Cr₂ O₃</i>	—	0.26	—	—	—	0.10
<i>Fe₂ O₃</i>	—	4.16	—	—	—	0.52
<i>Fe O</i>	—	1.14	—	—	—	Ca O 0.43
<i>Mn O</i>	—	0.18	—	—	—	—
<i>Mg O</i>	—	28.72	29.35	13.25	16.10	3.08
<i>Na₂ O</i>	0.36	—	—	—	—	0.29
<i>H₂ O</i>	—	10.09 —t	10.09 —t	4.59	5.50 —t	K ₂ O 0.05

In 6b finden sich Alkalien. Ich bringe dieselben für Feldspathsubstanz in Rechnung (K_2O als Na_2O berechnet) und erhalte 6d.

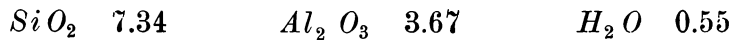
Dies von 6b abgezogen ergibt 6e, wobei *t* jene Menge Wasser bedeutet, welche für den Talk in 6c in Anspruch zu nehmen ist. Reducirt man diese Werthe unter Vernachlässigung der geringen Mengen von $Al_2 O_3$ und MnO , indem man für $Fe_2 O_3$ die entsprechende Menge $Al_2 O_3$ und für FeO die entsprechende Menge MgO einsetzt, so erhält man 6f.

Das ist nun offenbar sehr viel Serpentin- und wenig Chloritsubstanz. Um letztere auszuschneiden, hat man keinen Anhalt. Doch lässt sich folgende Ueberlegung machen. Nach den bisherigen Erfahrungen dürfte der vorhandene Chlorit eine serpentinreiche Mischung sein. 4e ergab $Sp_4 At_6$, 5f zeigte eine weitere Vermehrung des Serpentinmoleküls; demgemäss werden wir der Wahrheit nahe kommen, wenn wir versuchsweise einen Chlorit etwa von der Zusammensetzung $Sp_6 At_4$ supponiren.

Dies durchgeführt, ergibt die Zahlen 6*g* und 6*h*.

Dabei stellt 6*g* die einem Chlorit von der Zusammensetzung $Sp_6 At_4$ entsprechenden Zahlen dar unter der Voraussetzung, dass sein Thonerdegehalt 5.20 Procent ist. Zieht man die Zahlen dieser Colonne von den entsprechenden von 6*f* ab, so erhält man die Werthe von 6*h*. Dies ist nun offenbar Serpentin-substanz. Die einem Kieselsäure- und Magnesiagehalte von 16.50 (Mittel aus 16.90 und 16.10) entsprechende Wassermenge ist 4.95. Hieraus ergibt sich $t = 0.55$ als Wassermenge, welche a conto des Talkes in 6*c* zu setzen ist. Man kann dieselbe als Grundlage zur Berechnung des Talkes in 6*c* benützen.

Man erhält für ihn



und es bleiben somit in 6*c* für den Augit *s*, für die braunen Zersetzungsmassen *b* und eventuellen Resten von Feldspath die Zahlen sub 6*i*.

Analyse Nr. 7. Die mikroskopische Untersuchung des durch Salzsäure nicht zersetzbaren Antheiles zeigt fast ausschliesslich nur die Splitter des grünen, augitischen Minerals *s*; beigemischt sind braune, zerreibliche Partikelchen, die bereits oben ausführlich beschrieben wurden. Letztere in geringer Menge vorsichtig ausgesucht, ergaben Eisenoxyd und Chromoxyd; auf andere Bestandtheile konnte wegen der allzu geringen Menge des Materials nicht geprüft werden.

	7 <i>d</i>	7 <i>e</i>	7 <i>f</i>	7 <i>g</i>	7 <i>h</i>	7 <i>i</i>
<i>Si O</i> ₂	50.38	38.19	36.10	36.10	7.62	42.66
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	} 10.08 {	3.83	3.24	3.24	3.24	—
<i>Cr</i> ₂ <i>O</i> ₃		0.24	0.24	—	—	—
<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃		4.18	4.72	4.72	—	—
<i>Fe O</i>	—	3.57	3.57	—	—	—
<i>Ni O</i>	—	0.24	0.24	—	—	—
<i>Mn O</i>	—	0.18	0.18	—	—	—
<i>Ca O</i>	17.49	—	—	—	—	—
<i>Mg O</i>	13.31	36.62	36.62	37.42	8.26	43.67
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>	4.56	0.24	—	—	—	—
<i>K</i> ₂ <i>O</i>	—	0.18	—	—	—	—
<i>H</i> ₂ <i>O</i>	—	11.99	11.99	11.99	2.86	13.67
	100.00	100.00				

Da das braune Mineral im Vergleiche zum grünen Augit nur in ganz geringer Menge vorhanden ist, kann sein Einfluss auf die analytischen Zahlen nur unbedeutend sein und man kann daher mit grosser Annäherung die Zahlen sub 7c für das grüne augitische Mineral *s* in Anspruch nehmen.

Rechnet man dieselben auf 100 um, so erhält man Werthe sub 7d, welche das Mineral *s* in die Nähe des Aegirin resp. Akmit stellen.¹⁾ Der Kieselsäuregehalt ist auffallend hoch. Eine Erklärung dürfte derselbe in der Annahme finden, dass solche aus dem zersetzbaren Serpentin zurückgeblieben ist. (Vergleiche über die Schwierigkeit der vollständigen Abscheidung der zum Serpentin gehörigen Kieselsäure das bereits im beschreibenden Theile hervorgehobene Verhalten des Minerals *m* gegen Salzsäure.)

Der lösliche Antheil (7b) auf 100 gebracht, ergibt Zahlen, die sich nur wenig von jenen der Analyse des ganzen Gesteins unterscheiden. Die Serpentinisirung ist somit bereits sehr weit fortgeschritten, wie dies übrigens schon aus der geringen Menge des unzersetzbaren Antheiles hervorgeht. Sie sind sub 7e aufgeführt.

Die Werthe nähern sich mehr und mehr jenen des reinen Serpentin; die Thonerde ist bedeutend zurückgegangen, Kieselsäure und Magnesia sind gestiegen. Der geringe Gehalt an Alkalien dürfte auf Reste von Feldspathsubstanz zu setzen sein. Die Annäherung an die Serpentinsubstanz wird noch grösser, wenn man den aus den Alkalien (0.36 Procent) berechneten Feldspath (mit 0.59 Procent Thonerde und 2.09 Procent Kieselsäure) in Abzug bringt, wodurch die Werthe für Kieselsäure und Magnesia nahezu gleich werden.

Nimmt man an, dass das vorhandene Eisenoxyd 4.72 Procent und ein entsprechender Theil (2.12 Procent) Eisenoxydul dem im Gestein enthaltenen Magnetit angehören, lässt man ferner die geringen Mengen Chromoxyd, Mangan- und Nickeloxydul unberücksichtigt und berechnet aus der Thonerde (3.24 Procent) die vorhandene Chloritssubstanz, so muss der Rest den gebildeten Serpentin ergeben. Die Chloritssubstanz wurde unter den bei Analyse

1) Vergleiche C. Doelter, Ueber einige Augite von bemerkenswerther Zusammensetzung. *Tscherm. Mitth.* 1883, S. 224.

Idem, Zur Kenntniss der vulkanischen Gesteine und Mineralien der Capverdischen Inseln. Graz 1882.

Nr. 8 angegebenen Voraussetzungen ($Sp_6 At_4$) berechnet. Der Eisenoxydulrest (1.45 Procent) wurde als Magnesia (0.80 Procent) behandelt.

Hiernach bleiben die sub 7g aufgeführten Zahlen in Rechnung zu ziehen; davon giebt 7h die der Chloritsubstanz zugehörigen Werthe; 7i den Rest ($SiO_2 = 28.48$, $MgO = 29.16$, $H_2O = 9.13$) auf Hundert berechnet. Man sieht, derselbe entspricht fast genau den von der Serpentinformel verlangten Zahlen.

Analysen Nr. 8a und 8b. Analyse 8b giebt die Zahlen der Analyse von *Sm*. Behandelt man das Gesteinspulver mit Natronlauge, so zieht dieselbe Kieselsäure aus. Herr Professor Dr. C. Meinecke schloss daraus auf das Vorhandensein von amorpher Kieselsäure, gegen welche Annahme vom Standpunkte der mikroskopischen Analyse des Gesteins nichts eingewendet werden kann. Die extrahirte Substanz wurde ebenfalls analysirt und ergab $SiO_2 = 40.33$, $Al_2O_3 + Fe_2O_3 = 9.80$, $MgO = 38.47$, $H_2O = 11.47$, also weniger Kieselsäure und mehr Magnesia. Da die Summe der Sesquioxide in beiden Analysen die gleiche ist, konnten sie unverändert aus der Analyse Nr. 8b in die Analyse Nr. 8a herüber genommen werden, welche somit die Zusammensetzung von *Sm* nach Abzug der vorhandenen amorphen Kieselsäure darstellt.

Nach den Ergebnissen der mikroskopischen Analyse von *Sm* besteht dasselbe fast nur aus dem Minerale *m*, amorpher Substanz und opakem Eisen-erz. Letzteres hat alle Eigenschaften von Magnetit (Chromit nicht ausgeschlossen, wie denn auch bei der Analyse die Anwesenheit von geringen Mengen von Chrom erkannt werden konnte. Der amorphe Antheil ist theils amorphe Kieselsäure, wie die Analyse ergeben hat, theils amorphe chloritische Substanz, worauf die Anwesenheit der Thonerde schliessen lässt.

In der Analyse 8a dürfte von amorpher Kieselsäure nicht mehr viel vorhanden sein. Würde es gelingen, die amorphe chloritische Substanz in Abzug zu bringen, so müsste der Rest die Zusammensetzung des Minerals *m* ergeben. Leider fehlt es bei der schwankenden Zusammensetzung der Chloritminerale an einem festen Anhaltspunkte und wir müssen, im Bestreben die Zusammensetzung von *m* zu erfahren, vorläufig mit angenäherten Zahlen zufrieden sein. Letztere können wir durch folgende Ueberlegung finden.

In den Chloritanalysen spielt das Eisenoxyd eine untergeordnete Rolle, so dass eine Nichtbeachtung desselben bei unserer Ueberlegung kaum bedeutend in die Wagschale fallen dürfte; ich nehme daher an, dass die in der Analyse 8a aufgeführte Menge Eisenoxyd dem im Gesteine enthaltenen Magnetite angehört und bringe sie mit der zugehörigen Menge (1.79 Procent) Eisenoxydul in Abzug. Der Rest von 2.15 Procent Eisenoxydul = 1.20 Procent Magnesia gehört der chloritischen Substanz an. Als Ausgangspunkt für die Berechnung des letzteren wähle ich die 1.54 Procent Thonerde und setze versuchsweise einen dem Serpentin nahestehenden Chlorit voraus ($Sp_6 At_4$, vergleiche Tschermak, Chloritgruppe II. S. 60) voraus. Hiernach erhält man folgende Zahlen:

	8c	8d	8e	8f
$Si O_2$	34.68	3.62	36.71	44.47
$Al_2 O_3$	14.74	1.54	—	—
$Mg O$	37.57	3.93	35.74	43.29
$H_2 O$	13.01	1.36	10.11	12.24

8c ist die Zusammensetzung eines Chlorits von der Mischung 6 Theile Serpentinsubstanz und 4 Theile Amesitsubstanz; 8d enthält die einer solchen Zusammensetzung entsprechenden Zahlen aus unserer Analyse 8a unter Voraussetzung, dass die vorhandene Menge Thonerde der Chloritsubstanz angehöre; 8e stellt den hiernach — und nach Abzug des Magneteisens — in 8a verbleibenden Rest dar, der sub 8f in Procenten ausgedrückt ist. Aus dieser letzteren Rubrik entnimmt man, dass dieser Rest, der die Zusammensetzung des Minerals *m* darstellt, von der normalen Zusammensetzung des Serpentin nach der Formel $Si_2 Mg_3 H_4 O_9$, welche 43.50 Procent $Si O_2$, 43.46 $Mg O$ und 13.04 $H_2 O$ verlangt, so wenig abweicht, dass kein Zweifel sein kann, unser Mineral *m* sei Serpentin, wie denn bereits im beschreibenden Theile dieser Arbeit darauf hingewiesen wurde, dass das Mineral *b* und das Mineral *m*, sowie das die Maschen bildende Mineral *f* von Chrysotil nicht unterschieden werden könne.

Nach dem Vorangehenden ist der Serpentin von Pfons und Matrei aus dem Chlorit chloritischer Schiefer entstanden. Aehnliche Beziehungen zwischen

Serpentin und Chlorit scheint V. Wartha¹⁾ beobachtet zu haben. Bei den meisten Autoren erscheint der Chlorit in den Serpentinien als Nebenproduct bei der Umwandlung thonerdehaltiger Amphibole und Pyroxene in Serpentin. In unserem Falle war es mir nicht möglich, diese Auffassung mit den That- sachen in Einklang zu bringen. Wohin die Thonerde (und Titansäure) ge- kommen, und in welcher Form sie entfernt wurde, bleibt räthselhaft.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen: Feldspath- und chloritführende Schiefer unterlagen einer intensiven mechanischen Deformation, mit welcher verbunden ein durch- greifender chemischer Umsatz des ursprünglichen Mineralbestandes erscheint. Der Feldspathbestandtheil verschwindet, der chloritische verliert mehr und mehr seine Thonerde, wodurch das Serpentinmolekül desselben herrschend wird. Von aussen zugeführt wurde Kalk.

Im Laufe der Umwandlung tritt Talk und ein augitisches Mineral auf, welch letzteres selbst wieder der Serpentinisirung verfällt.

In morphologischer Hinsicht ist bemerkenswerth, dass amorphe Serpentinsubstanz mit Sicherheit nicht erkannt wurde; die mit dem Serpentin verknüpfte amorphe Masse lässt sich als Rest der amorph gewordenen chloritischen Substanz auffassen. Als eigentliches und einziges Serpentin- mineral wurde nur Faserserpentin gefunden. Die unter verschiedenen Namen aufgeführten Mineralien, büscheliger „Serpentin“ *m* (Metaxit), parallelfaseriger „Serpentin“ *b* (auch ohne erwiesenen Zusammenhang mit Bronzit häufig kurz- weg als „Bastit“ aufgeführt), Chrysotil, vielleicht auch Antigorit sind nur besondere Aggregationsformen des einen Serpentinminerals, der bisher namen- losen Serpentinfaser, welche krystallisirtes $Si_2 Mg_3 H_4 O_9$ ist.

¹⁾ Ueber Serpentin im Allgemeinen und speciell über den vom Montafon in ~~Öst.~~ (Verwandlung) Föltani Közlöny 1884. Ref. in Groth's Zeitschr. f. Kryst. 1886. S. 266. Die Originalarbeit war mir leider nicht zugänglich.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

- Figur 1. Ein Dünnschliff des Schiefers II. *r* Die Schiefermasse von Rissen, die mit Quarz und Feldspath erfüllt sind, durchzogen. Die Anhäufungen der Nadelchen erzeugen die dunkle (in Wirklichkeit gelbe) Zeichnung. *q* Füllmasse einer grösseren Spalte, Quarz, Feldspath, Prochlorit. *l* Ein losgerissenes Schieferbruchstück. Diese Stelle ist in Fig. 2, Taf. I vergrössert dargestellt. Vergrösserung 4.
- Figur 2. Eine Partie aus dem Schiefer II an der Grenze gegen eine mit Quarz, Feldspath und Prochlorit (da und dort auch Calcit) erfüllte Spalte. (Vergl. Fig. 1, Taf. I.) *h* Schiefermasse mit den Nadelchen. *q* Eine Ader in derselben, erfüllt von dem Materiale der Schiefergrundmasse, Feldspath und Quarz, aber in grösserem Korn als dort. *l* Ein losgerissenes Schieferbruchstück. *c* Wurmformiger Prochlorit in der Quarz-Feldspath-Füllmasse der Spalte. *p* Verschmolzener Prochlorit. Vergrösserung 60.
- Figur 3. Zeichnung eines Dünnschliffes von *S*, um das Verhältniss des braunen Minerals *y* zum augitischen Minerale *s* zu zeigen. *b*, *f*, *e* wie in Fig. 6, Taf. I. *m* Füllserpentin, Mineral *m*. Links von *s* im Maschennetz des Serpentin Restkörner von *s*. Vergrösserung 5.
- Figur 4. Das braune Mineral *y* in der Serpentinmasse. *d* Gitterserpentin. *n* Regenerirter Serpentin in Bänderform quer durchsetzend. Vergrösserung 7.
- Figur 5. Ein Dünnschliff des Schiefers II, die eigenthümliche Zerreissung des letzteren zeigend. *q* wie in Fig. 1. *h* Schiefermasse mit den Nadelchen. *p* Quarz-Feldspath-Chloritanhäufung in der Längserstreckung des Schiefers. *c* Chloritstreifen. Vergrösserung 4.
- Figur 6. Das braune Mineral *y* in der gegitterten Serpentinsubstanz von zahlreichen Rissen durchsetzt, längs welcher Verschiebungen stattgefunden haben. *x* Farblose bis gelbbraune, durchsichtige, auf polarisirtes Licht nicht wirkende Theile von *y*. *f* Faserserpentin (Chrysotil), die Maschen bildend und *y* umrahmend. *b* Parallelfaseriger Serpentin, Mineral *b*. *e* Erzanhäufungen. Vergrösserung 60.

Tafel II.

- Figur 1. Zeichnung zur Darstellung der morphologischen Verhältnisse von IIIs. *e* Erzanhäufungen. *g* Grüne, gekörnelte amorphe Substanz. *m* Füllserpentin (Mineral *m*). *f* Faserserpentin (Mineral *b*). *t* Talk. *s* Augitisches Mineral *s*. *y* Braunes Mineral *y*. *b* Parallelfaseriger Serpentin (Mineral *b*). *n* Regenerirter Serpentin (Bänderserpentin, tertiärer Serpentin), nach Art eines Erz- oder Mineralganges gebaut, an den Rändern eine oder mehrere Lagen Chrysotil, Mineral *b*, dann Büschelserpentin, Mineral *m*, im Centrum häufig noch amorphe Substanz oder unbestimmbare Körper. Vergrößerung 50.
- Figur 2. Eine Partie aus einem Dünnschliff des Serpentin *S*, um das Verhältniss des braunen Minerals *y* zum augitischen *s* zu zeigen. *s* Augitisches Mineral *s*. *y* Braunes Mineral *y*. *g* Maschenserpentin. Um den Augit von der Serpentinmasse abzuheben ist der Dünnschliff bei seitlich einfallendem Lichte und dunklem Hintergrunde aufgenommen. Vergrößerung 5.
- Figur 3. Zeichnung, um das Verhältniss der Serpentinfragmente zum Faserkalk in *Ob* zu zeigen. (Vergl. Text: Gestein *O*.) *k* Faserkalk. *s* Serpentin.
- Figur 4. Eine Partie aus dem kalkfreien Gesteine *Sm*. Mineral *m*, wie es sich bei 200facher Vergrößerung im polarisirtem Lichte darstellt.
- Figur 5. Ein Augitkrystall im Serpentin *S*. *s* Augitisches Mineral *s*. *r* Restkörner desselben im Serpentin. *e* Erz. *g* Serpentinsubstanz. Vergrößerung 60.
- Figur 6. Ein Augitkrystall *s* aus dem Serpentin *S* von den Tarnthalerköpfen, die lamellaren Zwischenlagen von *b* (weisse Streifen) zwischen den zerklüfteten Augitlamellen zeigend. Einige auffallendere sind mit *b* bezeichnet. Vergrößerung 13.

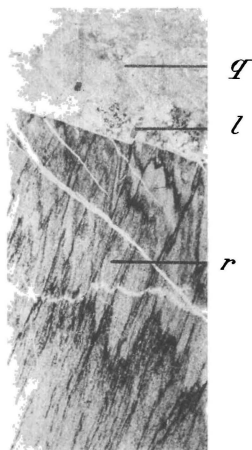


Fig. 1.

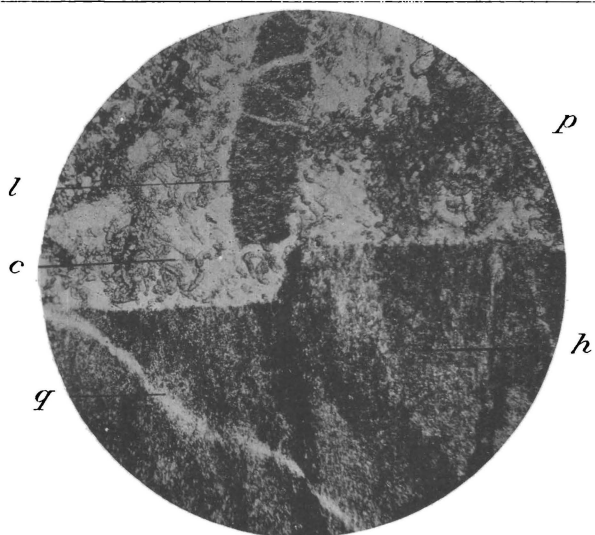


Fig. 2.

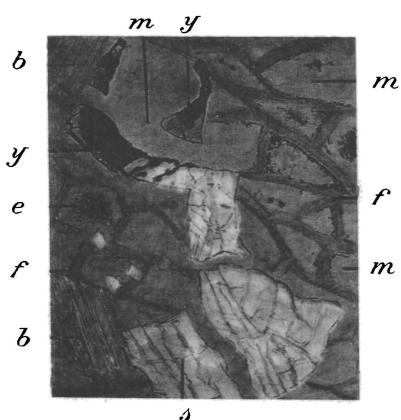


Fig. 3.

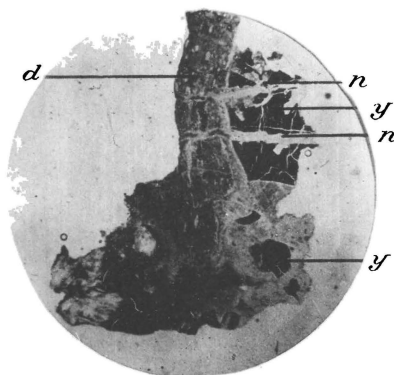


Fig. 4.

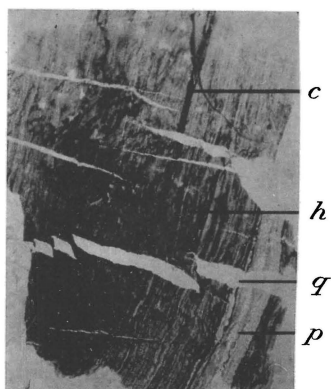


Fig. 5.

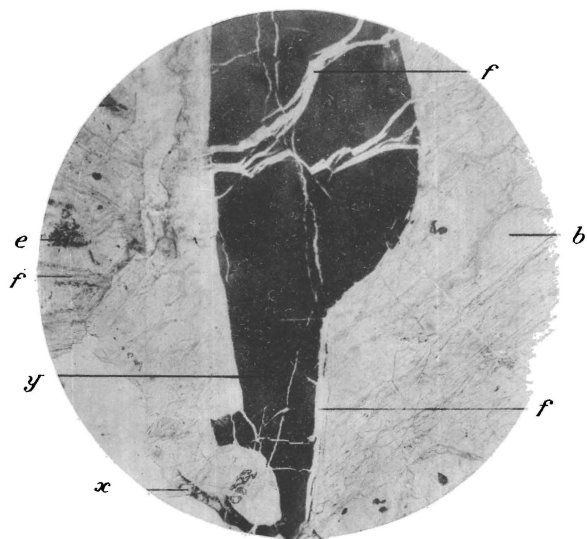


Fig. 6.

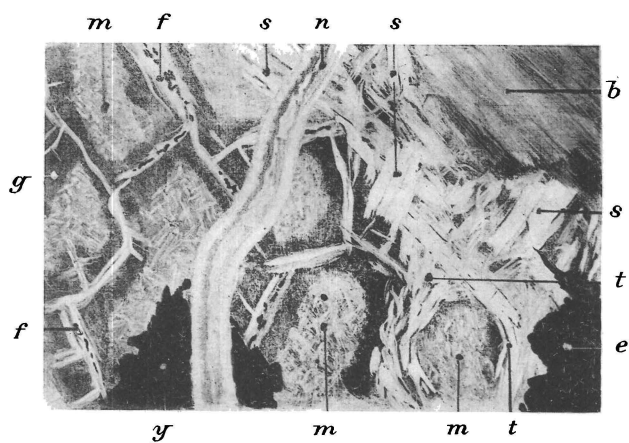


Fig. 1.

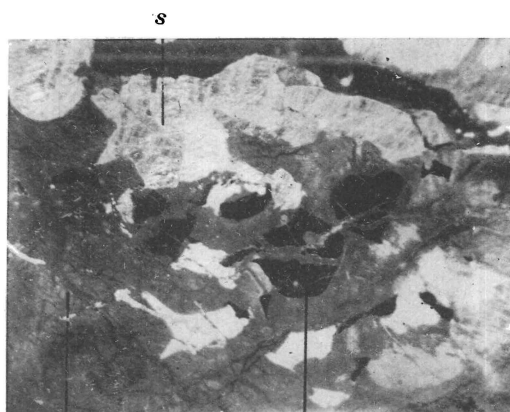


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

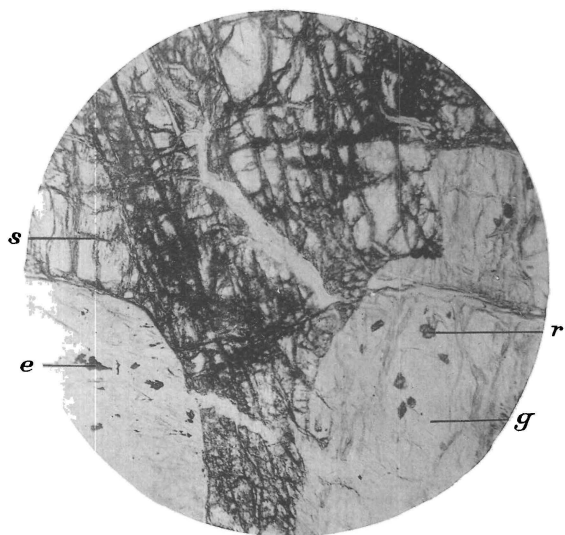


Fig. 5.

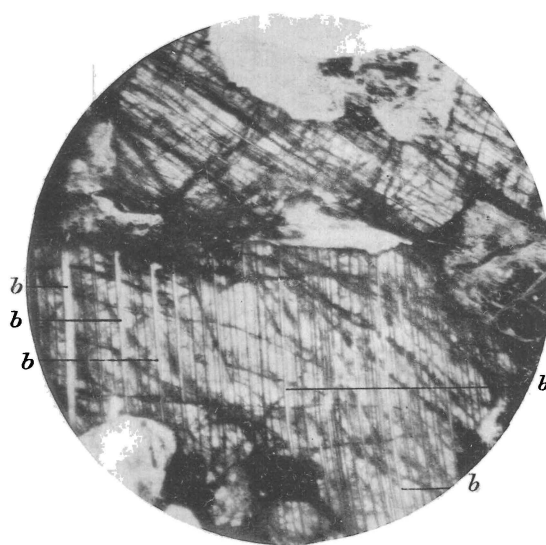


Fig. 6.