

Beiträge zur Mikromineralogie

von

Herrn Dr. v. Lasaulx.

Metamorphische Erscheinungen *.

Wohl nicht mit Unrecht ist verschiedentlich darauf hingewiesen worden, dass die mikroskopische Untersuchung der sog. metamorphischen Gesteine vielleicht manche für die Genesis dieser in vielen Fällen noch unerklärten Bildungen werthvolle Einzelheiten ergeben möge. Die Beobachtung von Dünnschliffen krystallinischer eruptiver Gesteine (Granite, Trachyte, Dolerite u. A.) hat gezeigt, wie deutlich sich die Anfänge und ersten Spuren beginnender Mineralzersetzung wahrnehmen lassen. So ist man denn auch bei der Untersuchung der sog. metamorphischen Gesteine, die das Resultat eingreifender, das ganze Gestein in seinen einzelnen Mineralbestandtheilen erfassenden Umwandlungs- und Zersetzungsprocesse sein sollen, berechtigt, die Spuren solcher Vorgänge zu suchen und zu finden. Es hat denn auch schon SORBY einige Glimmerschiefer untersucht und darans die Ansicht gewonnen, dass dieselben durch einen wässrigen Zersetzungs- und Krystallisationsprocess bei hoher Temperatur aus Thonschiefer umgebildet wurden; an einer andern Stelle zeigt er, wie magnesiahaltiger Kalkstein durch Metamorphose umgebildet worden. Seine Ansichten stützen sich im Wesentlichen auf die

* Der Verfasser hat auf unsere Bitte gestattet, dass dieser Abschnitt seiner in „POGGENDORFF'S Annalen“ enthaltenen Abhandlung auch im Jahrbuch Aufnahme finde.

Die Red.

Spuren mechanischer Vorgänge, die ihm seine Untersuchungen boten; die Erscheinungen des *ripple drift* sind ihm die Anzeigen der Umbildung aus ursprünglich sedimentären Gesteinen *. Ein grösseres Gewicht aber als auf solche Structurverhältnisse, scheint auf das sorgfältige Studium der Mineralasservations-Verhältnisse und der Zersetzungserscheinungen gelegt werden zu dürfen. Die petrographischen Eigenthümlichkeiten der metamorphischen Gesteine, wie sie in Dünnschliffen sich bieten, müssen in allen Details durchforscht und erkannt werden. Die Untersuchung der Thon- und Dachschiefer durch ZIRKEL **, dem wir so vieles Treffliche auf diesem Gebiete verdanken, hat auf diesem Wege schon interessante Einzelheiten zu Tage gefördert, wenngleich dadurch eine genetische Entscheidung kaum näher gerückt scheint. Allseitigere, eingehendere Studien in der gleichen Richtung erscheinen daher geboten. Schon seit längerer Zeit habe ich durch Herstellung einer grösseren Zahl von Schliffen solcher Gesteine, die man entweder übereinstimmend als metamorph bezeichnet oder die von manchen wenigstens dafür gehalten werden, solche Studien vorbereitet. Bei der grossen Schwierigkeit, die die Herstellung von Dünnschliffen gerade dieser Gesteine bietet, kann das verarbeitete Material nur einen kleinen Theil der grossen Menge einschlagender Gesteine umfassen. Der Zukunft und dem nachfolgenden Eifer anderer Forscher muss die Ergänzung des fehlenden anheimgestellt werden. In Betreff der Herstellung von Dünnschliffen solcher schiefrigen, oft wenig zusammenhaltenden und weichen Gesteine möchte ich eine Bemerkung vorausschicken. Es ist natürlich, dass man dabei wesentlich auf die Anwendung eines feinen Schleifmaterials Bedacht nehmen muss. Wenn der Schliff unter Anwendung der gewöhnlichen, feinkörnigen Smirgelsteine bis zu der Dünne gerathen ist, dass die Gefahr des Zerreisens nahe ist — die Erfahrung allein kann diesen Moment erkennen lassen — schleife ich ohne jeden Smirgel weiter und bediene mich dann einer viereckigen Platte aus mexikanischem, dichtem und vollkommen homogenem Wetzschiefer, wie er auch

* SORBY: *Edinb. new Phil. J.* 1853. Vol. V, 137 und *Quarterly Journ. of the geol. Soc.* IX, 344. 1853 und 1863. Sitzung vom 22. April.

** Diese Annalen CXIX, 288.

zu Messerschleifsteinen verwendet wird, und so viel ich weiss, unter der Bezeichnung amerikanischer Jade allgemein zu haben ist. Manche Schliffr sehr weicher Gesteine führe ich durchaus auf diesem Schleifsteine aus. Bei Anwendung dieses sehr gleichmässigen und ebenen, der Härte nach durchaus passenden Steines gelingt es dann leichter, recht dünne Schliffr auch von taligen und chloritischen Schiefergesteinen zu erhalten*.

Es erschien mir passend, in der Reihenfolge der aufzuführenden Gesteine den Gesichtspunkt festzuhalten, diejenigen zunächst zu besprechen, die sich am unmittelbarsten auf andere Gesteine beziehen oder die die geringsten metamorphischen Erscheinungen erwarten lassen. Daran schliessen sich dann solche Gesteine, die einen fortgeschrittenen, ausgesprochenen Metamorphismus zeigen.

Protogin. Ein schönes Gestein von Enval bei Volvic (Auvergne), welches dort als unregelmässige Einlagerung im Granit vorkommt, besteht aus einem nicht sehr grosskörnigen aber sehr gleichmässigen Gemenge von fleischrothem Orthoklas, dunkelgrüner Hornblende und wenigem, körnigem, bröcklichem Quarze. Dazwischen erscheinen vereinzelt kleine Lamellen einer grünlichen Talkvarietät. Auch kommen einzelne Pinite in dem Gesteine vor, welches von feinen Quarzadern durchzogen wird. Mit dem blossen Auge ist kein zweiter Feldspath zu erkennen. Das Gestein ist ein Syenit.

In Dünnschliffen zeigt sich zunächst, dass ausser dem Orthoklas auch ein klinoklastischer Feldspath ziemlich reichlich vorhanden ist. Beide Feldspathe zeigen einen hohen Grad der Zersetzung, so dass die meisten vollkommen undurchsichtig geworden sind. Der in Lamellen verwachsene triklone Feldspath scheint noch mehr umgewandelt, wie der andere. Immerhin ist aber im polarisirten Lichte die lamellare Streifung noch deutlich erkennbar. Überhaupt zeigen aber diese zersetzten Feldspathe nur eine sehr geringe Einwirkung auf das polarisirte Licht. Wenn an einigen der innere Kern noch eine deutlichere Lichtwirkung zeigt, ist der Rand meist vollkommen unwirksam geworden und verhält

* Auch die Schliffr von VOIGT und HOCHGESANG in Göttingen, die ich schon früher empfohlen, leisteten hier treffliches.

sich wie amorphe Körper. Die Begrenzungen der einzelnen Feldspathkrystalle gegen einander sind verwischt und undeutlich, wo sie mit dem klaren Quarze in Berührung stehen, lassen die Umrisse sich scharf erkennen. Mit der Zersetzung scheint auch die durch eindringendes Eisenoxyd bewirkte Färbung im Zusammenhang zu stehen, vielleicht ganz dadurch hervorgerufen zu werden. Auch die Hornblende zeigt deutliche Spuren der Verwitterung, schmutzig gelbbraune Flecken erfüllen die lauchgrüne Hornblendemasse in der Richtung ihrer Spaltungsflächen. Kleine und wenige Schuppen und gewundene Leistchen eines lauchgrünen, talkartigen Minerals liegen in den verwitterten Feldspathpartien inne, und es lässt sich gut erkennen, wie dasselbe auf den durch die Zersetzung gelockerten Spaltungsflächen in das Innere dringt. Mit der Hornblende scheinen diese Talkblättchen nirgendwo in Zusammenhang zu stehen. Wir sehen hier die ersten Anfänge einer Protoginisirung dieses ursprünglich ächten Syenitgranites. Interessante Erscheinungen in einem Dünnschliffe bot ein denselben durchsetzender äusserst feiner Quarzgang. Feldspath- und Hornblendekrystalle werden durch diese Ader durchschnitten. Bei einem grösseren Hornblendekrystall passen die Enden der beiden Bruchstücke ganz scharf in einander. Sie erscheinen durchaus nicht seitlich gegen einander, sondern nur auseinander verschoben. Nur eine ruhige nicht gewaltsame Bildung dieses Quarzganges durch blosses Auseinanderdrücken der beiden Seiten kann dieses sowie die vollkommen scharfeckigen Conturen der Bruchflächen erklären. Ausser solchen kleinen Adern ist der Quarz aber auch an andern Stellen später in das Gestein eingetreten. Unregelmässige Hohlräume zwischen den Feldspathen sind mit Quarz erfüllt; einzelne zerbrochene Quarzdihexaëder mit Quarz wieder verkittet. Eintreten des talkigen Minerals ist der erste Beginn der Metamorphose; der Pinitoid ist ein mikrokrySTALLINES Silicat von grünlicher Farbe, welches Pseudomorphosen nach Feldspath bildet. An ähnliche Bildungen muss daher auch hier gedacht werden.

Ein feinkörniger Protogin von les Boulons bei Chateau neuf (Auvergne) zeigt eine gleiche mineralische Zusammensetzung, aber bei äusserst feinkörniger Ausbildung: Rothe Feldspathe, zierliche schwarze Hornblendesäulchen, die letzteren ausserordent-

lich reichlich. Triklone Feldspathe scheinen nicht vorhanden. In Dünnschliffen zeigt derselbe eine fortgeschrittene Zersetzung. Von den zersetzten Feldspathen sind die Umrisse gänzlich verwischt, meist sind rundliche dunkle Flecken übrig, ohne irgend eine Einwirkung auf polarisirtes Licht. In den Zwischenräumen liegen zahlreiche Partien des lauchgrünen talkigen Minerals, deutlich die feinblättrige Textur zeigend. Von der in dünnen Partikeln ebenfalls lauchgrünen Hornblende sind sie stets leicht durch den deutlichen Dichroismus der letzteren zu unterscheiden. Auch erscheint die Hornblende stets in regelmässig prismatischer Ausbildung, während das talkige Mineral unregelmässige Formen und eine oft radiale Faserung zeigt. Ausser den blättrigen Aggregaten erscheinen aber auch gelbgrüne lange Nadeln eines ähnlichen Minerals. In einigen Hohlräumen in der Feldspathmasse bedeckt das grüne Mineral die Wände, und nach innen schiessen die gelblichen Nadeln zusammen. Jedenfalls stehen auch hier diese Mineralien in directem Zusammenhang mit dem Feldspath, während sie unabhängig von der Hornblende erscheinen. Während für manche Syenite das Vorkommen von Eläolith nachgewiesen ist, fehlt derselbe hier. Dagegen kommen schöne hexagonale Pinite vor. Es ist immerhin bemerkenswerth, dass die verschiedenen Fundstellen des Pinit in der Auvergne alle im Protogin liegen, so auch im vorhergehenden und dem noch folgenden Gestein. Wenn nun auch mit ziemlicher Sicherheit der Cordierit als das Muttermineral für den Pinit anzusehen ist, so könnte doch bei der schwankenden Zusammensetzung solcher Umwandlungsproducte wohl in einzelnen Fällen Nephelin in ein pinitähnliches Mineral umgewandelt werden. Sind ja doch die Varietäten des Liebenerit und Giesekit von einigen Mineralogen mit dem Nephelin in Verbindung gebracht worden. Das reichere Auftreten des talkigen Minerals in diesem Gestein mag wohl mit der feinkörnigeren Ausbildung im Zusammenhang stehen, die eine Zersetzung befördern muss. Auch das geognostische Vorkommen dieses Protogins ist mit Bezug auf seine Genesis bemerkenswerth. Es bildet sehr feine, oft nur 2 bis 3 Decimeter dicke Gänge im Granit. Die Mitte eines solchen Ganges ist jedesmal durch ein Quarztrümmchen eingenommen von 1 bis 2 Centimeter Dicke, der Protogin bildet auf beiden Seiten die Saalbänder. Wenn

LECOQ, wo er dieses Vorkommens gedenkt*, fragt, ob die Gegenwart des Protogin einer metamorphischen Einwirkung des Quarzes zuzuschreiben sei, so scheint mir dadurch das einfache Verhältniss vollkommen durch das Bemühen verdunkelt zu werden, allenthalben Contactmetamorphosen zu sehen. Als sich die Spalte im Granit bildete, circulirten darin die zersetzenden Gewässer und verwandelten den Granit der beiden Wände in Protogin. Nachher erfolgte erst die Ausfüllung der Spalte mit Quarz auf einfachem wässrigem Wege.

Ein grobkörniger, porphyrartig ausgebildeter Protogin findet sich an den Ufern der Sioule unweit Pranal bei Pontgibaud (Auvergne). Grosse, oft zolllange Orthoklaskrystalle und Zwillinge und zahlreiche rundliche Körner und Dihexaëder von Quarz bilden die hervortretenden Bestandtheile. Der Orthoklas ist weiss oder gelblich, an einigen Stellen schön pfirsichblüthroth gefärbt, vielleicht durch Kobalt. Zahlreiche sehr kleine Hornblendenadeln liegen im Gestein, und ein dem blossen Auge leicht erkennbares talkiges Mineral in gelben Schüppchen. Das Gestein führt viel Pinit.

Im Dünnschliffe erscheint die Zersetzung vorzugsweise auf die Grundmasse gewirkt zu haben. Zwar erscheinen auch die grösseren Feldspathe durchaus undurchsichtig und trüb, aber es erscheinen in denselben doch nur vereinzelte Leistchen gelblichen, gewundenen Talkes. Dagegen ist die Grundmasse durchaus davon erfüllt. Wenn wir die Grundmasse eines sehr ähnlichen Porphyrs von Manzat vergleichend betrachten, so zeigt sich uns diese als ein deutlich krystallinisches Gemenge von Quarz und Feldspath. Hier ist aber keine Zusammensetzung mehr erkennbar. Die winzigen Quarze heben sich im polarisirten Lichte noch deutlich ab, die ganze übrige Masse bietet nur fleckenweise Feldspathsubstanz, ohne Form und Wirkung im polarisirten Lichte. Dazwischen liegen in überwiegender Menge die gelblichen, fasrigen, meist etwas gewundenen, an den Enden ausgefranzten Leistchen des talkigen Minerals. Sie liegen regellos durcheinander, zeigen keinerlei Parallelstellung, wohl aber eine Neigung zu radialer, sternförmiger Gruppierung. An einzelnen Stellen ist die

* LECOQ, *Epoques geol. de l'Auvergne* I, 204.

Grundmasse durchaus aus solchen Schuppen und Leistchen gebildet und unterscheidet sich dann gar nicht von dem Aussehen der gleichen Grundmasse in einigen Paragonitgneissen und Schieferen. Auch in diesen Dünnschliffen ist nirgendwo ein directer örtlicher Zusammenhang zwischen Hornblende und dem talkigen Minerale erkennbar; wohl aber mit den Feldspathen. Die Umrisse eines grösseren Feldspathkrystalls sind saumartig von radial gestellten Leistchen dieses Talk-Minerals umgeben. Die fortschreitende Zersetzung würde in diesem Falle eine vollkommene schieferähnliche Masse geben können. Da ist es wieder recht interessant, dass uns im engsten geognostischen Verbande das Endresultat der Zersetzung geboten ist. Der untersuchte Protogin bildet einen mächtigen Gang im Glimmerschiefer in der Nähe von Pranal, unweit der unter ganz gleichen Neigungs- und Einfallsverhältnissen auftretenden Bleiglanz führenden Gänge von Pontgibeaud. Die Saalbänder des Ganges erscheinen vollkommen zersetzt. LECOQ beschreibt das Gestein der Saalbänder als *phyl-lade porphyroïde*. Wenngleich sie scharf gegen den die Mitte bildenden Protogin abschneiden, so sind sie doch nur das Resultat seiner vollständigen Zersetzung. Die noch erkennbaren Feldspathkrystalle, die allerdings vollkommen in eine erdige, weisse, kaolinartige Masse mit vielen glänzenden Schüppchen durchzogen, übergegangen sind, die wohl erhaltenen Quarzdihexaëder und Körner, kleine, sehr verwitterte Hornblendereste lassen keinen Zweifel, dass wir das *in situ* gebildete Zersetzungsproduct des Porphyrs oder eines ganz gleichen Gesteines vor uns haben. In einer grauen, thonschieferartigen Grundmasse, die im Mikroskope durchaus aus gelblichen, schuppigen Talkaggregaten, untermengt mit Feldspathresten und winzigen Quarzpartikelchen besteht, so dass sie fast das Aussehen eines klastischen Gemenges erhält, liegen ausser den schon genannten grösseren Mineralresten, zahlreiche verschiedenfarbige Glimmerblättchen, die dem Protogin noch fehlen. Die ganze Masse ist von diesen gelben, röthlichen und dunkelbraunen Glimmerblättchen vollkommen durchsetzt, die eine gewisse, wenn auch unvollkommene Parallellagerung erkennen lassen. Das Gestein erscheint entsprechend unvollkommen schiefrig, die Schieferung steht senkrecht auf den Stössen des Ganges. Hier ist es unzweifelhaft, dass die Zersetzung eines

Porphyrs durch pinitführenden Protogin hindurch ein glimmerreiches, talkiges Thongestein hervorgebracht hat, dem nur die noch vollkommenere Schieferung fehlt, um ein echter Thonglimmerschiefer zu sein.

Diese Schieferung hätte dem Gestein durch bloss mechanische Wirkungen noch gegeben werden können. Die Umwandlung der Bestandtheile hat aber mineralogisch nichts erstaunliches, da die einschlagenden Pseudomorphosen bekannt sind.

Granulit. Das untersuchte Gestein ist ein typischer Granulit von Etzdorf in Sachsen. Schwach röthlicher Feldspath und lichtgrauer Quarz sind in Schnüren und Streifen mit einander verwachsen und bedingen dadurch eine zwar sehr unvollkommene schiefrige Textur des Gesteines, die erst beim Anschleifen des Gesteines in der Quere deutlicher hervortritt. Im Gesteine zerstreut liegen zahlreiche stecknadelkopfgrosse bis mikroskopisch winzige Kügelchen und tropfenähnliche Formen von Granat, selten wohl ausgebildete Dodekaëderformen zeigend.

In Dünnschliffen zeigt sich zunächst trefflich die Art der Verwachsung zwischen Feldspath und Quarz. Lager ziemlich parallel gerichteter Schnüre von Quarz ziehen sich in diesem Verbande zwischen dem Feldspath hindurch. Während aber der Quarz in grösseren Stücken einem Krystallindivuum anzugehören scheint, ist der Feldspath ein Gemenge vieler kleiner Krystalle. Dieselben gehören alle einer Varietät, dem Orthoklas an, nicht die Spur eines triklinen Feldspathes ist zu finden. Eine Art Streifung oder vielmehr feiner Faserung, die an einigen Feldspathpartien sichtbar wird, ist keine lamellare Verwachsung, im polarisirten Lichte fehlt jede bunte Streifung, sondern wohl nur durch die beginnende Verwitterung bedingt, indem nach der Spaltungsrichtung dieselbe lagenweise erfolgt und das Gefüge lockert. Durch die Streifung, die sich bei den verschiedenen Individuen mannigfach kreuzt, lassen sich dieselben ihrer Lage nach einigermassen orientiren. Bruchstücke von Feldspath erscheinen im Quarze eingeschlossen, dagegen liegen kleinere Quarzpartien nicht im Feldspathe. Die Quarze sind wasserhell und reich an allen Einschlüssen, wie sie für die Quarze der Granite bekannt sind: Poren mit Bläschen in reihenweiser Anordnung und zugleich bei einander liegend und die sogenannten Dampfporen. Die Art, wie

sich Quarz und Feldspath umschliessen, gestattet die Annahme, dass der Erstarrungsprocess beider ziemlich gleichzeitig vollendet sein musste, wenn auch der Quarz vielleicht länger als der Feldspath in plastischem Zustande verharrte. Der Feldspath bildete ein Gewirre ziemlich vollkommener einzelner Individuen. Der Quarz hatte dazwischen das Bestreben, grössere Individuen zu bilden, deren Form nicht vollkommen wurde, weil der Feldspath den Raum beschränkte. Bemerkenswerth und nicht ohne Bedeutung für die Erstarrungsfolge scheint die im Folgenden erwähnte Beobachtung, dass die Granaten nur im Feldspath liegen, nicht im Quarze. Eine später erfolgende Erstarrung des Quarzes scheint dadurch ausgeschlossen. Nur soviel Plasticität behielt er noch, dass sich die entstehenden Granaten in seine äusseren Flächen hineindrücken konnten, wie es einzelne aus dem Feldspath in den Quarz hineinragende Granaten zeigen. Die zahlreichen blassrothen, im Dünnschliffe fast weissen Granaten sind nicht gleichmässig durch das Gestein vertheilt. Sie liegen alle im Feldspathe eingebettet, an einzelnen Stellen dicht gehäuft. Nur wenige zeigen eine vollkommene Krystallform. Meist sind es rundliche oder tropfenartig gedehnte Gestalten. Sofort in die Augen fallend und unverkennbar sind die zahlreich in ihnen eingeschlossenen kleinen Granaten, die meist regelmässige dodekaëdrische Umrisse erkennen lassen. Während aber einzelne Granaten keinen dieser kleineren Granaten einschliessen, liegen sie in anderen in Gruppen von sechs bis sieben zusammen. Ausser ihnen erscheinen Poren und Hohlräume, sowie vereinzelte dihexaëdrische Quarzkörner, die sich im polarisirten Lichte in bunten Farben scharf aus der dunklen Masse des Granates abheben. In einigen der eingeschlossenen kleinen Granaten waren wieder ganz winzige Granaten eingeschlossen, erst bei starker Vergrösserung sichtbar. Ausserdem enthalten die Granaten Einschlüsse nadelförmiger Kryställchen von Turmalin und vielleicht auch Hornblende. In den Feldspathpartien des Gesteines finden sich noch verschiedene kleine säulchen- und nadelförmige Einschlüsse. Dunkelbraune Säulchen von Hornblende sind deutlich zu erkennen an Spaltbarkeit und Dichroismus. Erscheinungen, wie sie v. DRASCHE in seiner Beschreibung der mineralogischen Zusammensetzung der Eklogite schildert*, dass die

* TSCHERMAK, Mineral. Mittheilungen, 2. Heft.

Hornblende den Granat vielfach in Zonen umgibt, lassen sich in diesem Gesteine nicht wahrnehmen. Olivengrüne oder graugelbe, kurze, anscheinend prismatische Formen, deutlich im polarisirten Licht reagirend mit einer vollkommenen Spaltungsrichtung sehr schief gegen das Prisma und einer zweiten weniger vollkommenen nach dem Prisma, viele im Querschnitte einen spitzen, verzogenen Rhombus mit etwas abgerundeten Ecken zeigend, dürften vielleicht als Axinit anzusehen sein. Wenn man bedenkt, dass derselbe mit Granat und Turmalin zusammen das Gestein der Botallackgrube in Cornwall bildet, so hat die vorliegende Annahme nichts Erstaunliches. Für Turmalin sind eine dritte Art winziger Nadeln zu halten. Es sind sehr lange, scharf gerandete, feine Nadeln, farblos oder gelblich, sehr durchsichtig, ohne irgend eine Art von Spaltung und ohne pyramidale Endigung. Sie zeigen häufig die an grösseren Turmalinen bekannte Erscheinung, dass ihre Köpfe einen Streifen einer dunkleren Färbung zeigen. Sie sind von den letztgenannten Mineralien am häufigsten, liegen aber meist einzeln, nicht zu Gruppen verwachsen, aber viele nahe bei einander. Ausser den bisher angeführten Mineralien erscheinen vereinzelte Partien eines gelblichen Glimmers, der einzige Bestandtheil, an dem sich Spuren einer Zersetzung und Umwandlung erkennen lassen. An den Stellen, wo die gelben, unregelmässig geformten Glimmerblättchen liegen, zeigen sich zunächst dunkelgrüne, undurchsichtige Anhäufungen eines chloritischen Minerals und dort, wo der Glimmer ganz verschwunden scheint, tritt ein dichtes, regelloses Gewirre weisser, langprismatischer Kryställchen hinzu. Während die schwarz-grünen Partien in ihrem schuppigen Gefüge ihre chloritische Natur erkennen lassen, die sich auch dadurch bestätigt, dass nach Behandlung eines Dünnschliffes mit Schwefelsäure dieselben verschwinden, ist die Natur der weissen Nadeln nicht so ohne weiteres zu erkennen. Es sind grössere und kleinere Kryställchen (bei 400facher Vergrösserung), an einzelnen eine Zuspitzung an dem Ende zu erkennen, unempfindlich gegen Säuren, geben im polarisirten Lichte schöne Farben. Am ehesten ist wohl an ein asbestartiges Mineral zu denken, mit dem es beim Vergleiche allerdings grosse Ähnlichkeit hat. Da die Umwandlung von Glimmer in Asbest auch anderweitig bekannt ist, wie z. B. die von SENFT erwähnte, von Dr.

KRANZ herrührende Biotitstufe von Hermannschlag in Mähren zeigt*, so gewinnt dadurch die obige Annahme eine Stütze.

Fassen wir nun die gesammten Erscheinungen, wie sie uns in den Dünnschliffen vorlagen, in's Auge, so können wir in genetischer Beziehung zunächst den unmittelbaren Schluss ziehen, dass Spuren irgend einer Metamorphose in diesem Granulit nur sehr spärlich vorhanden sind. Feldspath, Quarz, Granat, Turmalin, Axinit, Hornblende und auch wohl der wenige Glimmer sind ursprünglich und in demselben Bildungsakte entstanden; Quarz umschliesst nur wenige dieser Mineralien, er findet sich im Granat, dieser zeigt die unvollkommenste Form, zahlreiche vollkommene Granaten in sich eingeschlossen. Wenn eine Erstarrungsreihe überhaupt wahrscheinlich, so ist wohl Quarz zuerst und Granat zuletzt erstarrt. Nur Turmalin ist auch im Quarze eingeschlossen. Ganz unwahrscheinlich wird vor Allem die Annahme einer secundären Granatbildung. Die Feldspathe erscheinen noch frisch und unzersetzt, die Granate ragen deutlich in den Quarz hinein. So bestätigen die Einzelheiten der mikroskopischen Zusammensetzung die schon von NAUMANN für die Granulite Sachsen's mit aller Bestimmtheit ausgesprochene Ansicht, dass sie echt eruptive Gesteine seien. Die Bedingungen der genetischen Vorgänge müssen ganz analog mit den Graniten beurtheilt werden.

Dichroitgneiss. Im Gebiete der sächsischen Granulitformation kommt ausgezeichnete Dichroitgneiss in der Gegend von Rochsburg und Schönborn, sowie bei Wechselburg im Chemnitzthale vor; von dort rühren auch die zu Dünnschliffen verwendeten Stücke her. Es ist ein grobfasriger Gneiss, ein Gemenge von vielem Feldspath von körnigem, bröcklichem Ansehen, wenig grauem Quarze, beide in linsenförmigen Partien mit einander verwachsen, reichlich dunklem Glimmer, nicht parallel den Fasern des Gneisses, sondern in einzelnen Blättchen oder kleine Anhäufungen mehrerer Blättchen durch das ganze Gestein regellos zerstreut, endlich blaugrauem, in's Violette spielendem Dichroit, der mit Feldspath und Quarz verwachsen ist, oder in streifigen Partien die Linsen dieser umgibt.

Im Dünnschliffe zerlegt sich das Gestein deutlich in zweierlei

* SENFT, Felsgemengtheile 714.

schon mit der Lupe erkennbare, verschiedenartige Mineralaggregate. Helle, fast glimmerfreie Partien bestehen aus einem nur durch eine wenig hervortretende Grundmasse verbundenen, durchaus körnigen Gemenge von Feldspath, vereinzelt Quarzen und schwach violettem Dichroit. Diese Aggregate sind von verschiedener Grösse, alle, auch die kleinsten, von gleicher Zusammensetzung und Structur. Der Feldspath erscheint nicht nur in unregelmässigen rundlichen Querschnitten, nur selten in ausgebildeten Krystallformen, sondern er bildet auch an einigen Stellen deutlich die Zwischenmasse zwischen den andern Mineralien, vollkommen die unregelmässigen, der Form nach zufälligen Zwischenräume erfüllend. Hiernach dürfte seine Erstarrung zuletzt erfolgt sein, jedenfalls auch nach den in diesem Gemenge liegenden Dichroitkörnern. Die Feldspathe gehören fast ausschliesslich einer orthoklastischen Varietät an, nur wenige kleine Partikeln liessen an der deutlichen buntfarbigen Streifung der lamellaren Verwachsung einen triklinen Feldspath erkennen. In den Feldspathen liegen reichlich sogenannte Dampfsporen in langen Reihen hinter einander, nur sparsam finden sich andere Einschlüsse. Sehr kleine, äusserst regelmässig hexagonal geformte Glimmerblättchen, sowie einzelne lange nadelförmige Krystalliten, die nach verschiedenen Richtungen hin den Feldspathkrystall durchsetzen, sind vorhanden. Deutliche Zersetzungszoneu umgeben manche Feldspathquerschnitte. Bei einigen erscheint in der That eine vollkommen talkähnliche Bildung bereits weit vorgeschritten, ein gelblich grünliches Mineral von undeutlich fasriger Textur umgibt einzelne Feldspathe und dringt, die äusseren Umrisse gewissermassen ausfranzend, in das Innere ein. Dabei treten dann im Innern die schon erwähnten gelblichen Nadeln auf, so dass es evident erscheint, dass auch diese erst in Folge der Zersetzung und Umwandlung in den Feldspath hineingebildet wurden, und demnach nicht wesentlich von den noch zu erwähnenden Bildungen in den Dichroititen abweichen dürften. Die Quarze zeigen ganz die Eigenthümlichkeiten, die sie in Graniten zu haben pflegen. Die Grundmasse dieser Aggregate aus Feldspath, Quarz und Dichroit ist schön zu erkennen; es erscheint an einigen Stellen eine einfach lichtbrechende, durchaus homogene, etwas fasrige Masse zwischen den Körnern, es dürfte aber gewagt scheinen,

diese mit Sicherheit als Grundmasse anzusprechen. Sehr bemerkenswerth erscheinen nun die Partien der zweiten Art. Um die geschilderten körnigen Aggregate ziehen sich mit einer Art von Fluidalstructur von grösseren und kleineren Glimmerblättchen durchaus erfüllt Dichroitpartien von schon mit der Lupe sichtbarer feinfasriger Textur, matt und undurchsichtig, nur zum Theil mit schwach violetter Farbe durchscheinend. Unter dem Mikroskope zeigt sich, dass diese Dichroitpartien zum weitaus grössten Theile nicht homogenes Mineral sind, sondern von einem dichten Haufwerke äusserst feiner langer Nadeln erfüllt werden, die durchaus regellos verwachsen, nach dem Innern einer Dichroitpartie zu so fein und dicht werden, dass die Dichroitmasse undurchsichtig wird, und die einzelnen Fäden dieses dichten Gewebes nicht mehr entwirrt werden können. Nur wenige Dichroitpartien erscheinen davon nicht durchaus erfüllt. Die in den vorher beschriebenen Aggregaten inneliegenden Körner enthalten meist nur im Centrum eine Gruppe solcher Nadeln, der Rand ist noch klar und scheint schwach violett durch. Gerade da, wo das Gewirre der Nadeln nicht so ganz dicht erscheint, lassen sich einige Erscheinungen beobachten, die auf die Art des successiven Auftretens derselben Licht werfen. Zunächst erscheinen im Dichroite, den Spalten folgend, nur einzelne tropfenähnliche oder auch schon prismatische Gestalten eines gelblichen öglänzenden, gewiss talkartigen Productes; fasrige Streifen solcher gelblichen Masse ziehen sich zwischen den einzelnen Dichroitzörnern hindurch oder in dieselben hin. Den wellenförmigen Streifen folgend, schiessen dann rechts und links die weissen Nadeln an; wo sie die Masse des Dichroites ganz erfüllen, ist nicht die Spur von dem ersten, gelbgrünen talkigen Minerale übrig. Das dichte Gewirre der Nadeln ist an die Stelle getreten; aber auch von eigentlicher Dichroitmasse dürfte nichts mehr vorhanden sein. Die Nadeln haben verschiedene Grösse, die grössern zeigen im polarisirten Lichte deutliche buntfarbige Reaction, die Aggregate erscheinen dann als schön vielfarbig gestreifte Büschel. Was die Natur dieser Nadeln, die offenbar ein Umwandlungsproduct des Dichroites sind, angeht, so ist es nicht leicht, eine Entscheidung zu treffen, wenn man bedenkt, in welcher vielgestaltigen, schwankenden Weise die ganze Reihe der sog. pinitoïdischen Mineralien vorzukommen pflegt. Ein

solches, vielleicht eine metaxitartige Form des Talkes, dürfte auch das vorliegende Mineral sein. Der Erscheinung nach könnte auch an Asbest gedacht werden, dessen mikroskopisches Bild eine grosse Übereinstimmung mit dem in Frage stehenden Minerale bietet. In den eigentlichen Umwandlungsmineralien des Dichroit: dem Fahlunit, Weissit u. a. findet sich nichts Verwandtes, so wenig wie in seinen Zersetzungsproducten dem Aspasiolith, Esmarkit u. a. Von besonderem Interesse ist noch das Verhältniss des Glimmers zum Dichroit. Kein Dichroitkorn ist ganz frei davon. Von grösseren braunen Glimmerblättchen umsäumt erscheinen einzelne Dichroitpartien. Die Conturen der Glimmerblätter sind unregelmässig und zersetzt, sie sind schmutzig gefleckt und zeigen Übergänge zu erdigen, undurchsichtigen chloritischen Producten. Dagegen erscheinen die oft winzigen kleinen im Dichroit inneliegenden Glimmerblättchen meist mit durchaus regelmässigen hexagonalen Umrissen und von klarer gelb-brauner Farbe. Wo die Nadeln den Dichroit erfüllen, fehlen die Glimmerblättchen. Der Gedanke liegt hier nahe, dass es eine Neubildung sein dürfte, wie die Nadeln des talkartigen Minerals selbst. Jedoch schliesst die eine Bildung die andere aus. Gleichzeitig unterliegen die grösseren Glimmerpartien schon wieder einer weiteren Zersetzung, so dass wir hier vor Umwandlungs- und Bildungsprocessen stehen, die nach verschiedener Richtung hinarbeiten und gleichzeitig im Gesteine vorhanden sind. Gegen die Ansicht, als ob der Dichroit erst aus dem Glimmer entstanden sein sollte, sprechen dagegen alle Einzelheiten dieser Dünnschliffe, vor allem auch die Art der Verwachsung von Feldspath, Quarz und Dichroit. Weit eher scheint der umgekehrte Gang der Umwandlung eingehalten worden zu sein. Dichroit, der zur Bildung pinitoidischer Mineralien hinneigt, scheint hier ein wenigstens nahe verwandtes talk- oder steatitähnliches Mineral in sich zu bilden. Ein nicht sehr verschiedenes Mineral ergibt auch die Zersetzung des Feldspathes. Im Dichroit scheint aber auch direct Glimmer zu entstehen. Gewiss kann also ein Talk- und Glimmerschiefer ähnliches Gestein das Endresultat der Gesteinsumwandlung sein, wohl kaum aber auch der Ausgang. Das Dichroitgestein ist wie der Granulit ursprünglich eruptiv, in ihm erscheinen jedoch Spuren einer weiter vorgeschrittenen Mineralwandlung als in diesem. Mit

der Annahme einer allmählichen *in situ* vor sich gehenden Umwandlung ursprünglich mehr oder weniger granitähnlichen Gesteine zu glimmerreichen Gneissen und Schiefern steht das geognostische Vorkommen dieser Gesteine, die in einem Mantel von Glimmerschiefer eingeschlossen erscheinen, offenbar nicht im Widerspruch. Die äussere Hülle einer solchen Gesteinsmasse muss die fortgeschrittenste Verwandlung zeigen.

In dem Dichroit von Bodenmais in Bayern, der ein weitaus frischeres Aussehen, eine schön violette Farbe und klare Durchsichtigkeit besitzt, fehlen ähnliche Nadeln eines talkartigen Minerals nicht, jedoch erscheinen sie vereinzelt oder nur zu kleinen Gruppen vereinigt. Auffallend sind hier dagegen zahllose, etwas längliche Poren, die eine durchaus parallele Stellung zeigen, sowie kleine Krystalliten, ebenfalls in der gleichen Richtung gelagert. Auf Spalten, sowie in den Poren in der ganzen Dichroitmasse zerstreut, liegen zahlreiche rothbraune durchscheinende Blättchen, verzogene hexagonale, schief vierseitige, immer deutlich polyëdrische Querschnitte zeigend. Sie sind von grosser Übereinstimmung mit den von KOSMANN beschriebenen Blättchen von Brookit im Hypersthen der St. Pauls Insel *. Glimmer ist hier fast gar nicht vorhanden, ein Zusammenhang desselben mit Dichroit nirgendwo erkennbar. Wohl aber lassen sich recht schön die Übergänge der Dichroitmasse in grünliche und röthliche unvollkommen fasrige Zersetzungsproducte wahrnehmen, die einzelne Dichroitkörner umsäumen. In ihren Färbungen erinnern sie durchaus an Aspasiolith und ähnliche Tochterminerale des Dichroit.

Paragonitschiefer. Das ziemlich vereinzelt vorkommende Gestein, welches statt gewöhnlichen Glimmers den Paragonit oder eine Damourit ähnliche Varietät führt, ist besonders ausgezeichnet am südlichen Fusse des St. Gotthardt vorhanden. Bei Faïdo am Monte Campione ist es ein fast weisser Glimmerschiefer, der die schönen, blauen Cyanitkrystalle enthält. Eine etwas dunklere Varietät kommt bei Airolo vor und ist ausgezeichnet durch den reichen Gehalt an Staurolith, Cyanit, Granat und anderen Mine-

* Jahrb. f. Min. Jahrg. 1871, S. 500.

ralien. Von beiden Gesteinsvarietäten waren Dünnschliffe verhältnissmässig leicht herzustellen.

Das mikroskopische Bild des fast nur aus weissem Paragonit und bläulichen oder weissen Cyanitkrystallen bestehenden Handstückes von Faido ist sehr einfach. Das dichte Gemenge des hellen Paragonit zerlegt sich deutlich in hexagonale Blättchen und schmale, leistenförmige, meist etwas gewundene Querschnitte derselben. Er erscheint vollkommen frei von Einschlüssen, ganz vereinzelt liegen dunkle Glimmerblättchen dazwischen. Schmutzigerdige, grünlichschwarze Partien chloritischer Substanz scheinen in deren nächster Nähe abgesetzt. Die Cyanite sind ausser in grossen Krystallen, auch in kleinen mikroskopischen Individuen vorhanden, zahlreicher als man glauben sollte. Bei der gleichfalls weissen Farbe lassen sie sich erst im polarisirten Lichte deutlicher von der Umgebung unterscheiden, wenn nicht ihre Spaltbarkeit sie schon kennzeichnet. Es zeigen sich nur geringe Spuren einer beginnenden Umwandlung am Cyanit, die zu Folge seiner doppelten Spaltbarkeit in einem von aussen nach innen erfolgenden treppenförmigen Eindringen einer matten gelblichen Färbung sich ausspricht. Bei stärkerer Vergrösserung erweisen solche Stellen sich als ein Haufwerk goldgelber Punkte. Von fremden Einschlüssen sind die Cyanite vollkommen frei, weder Poren noch Krystalliten sind in denselben vorhanden.

Weniger einfach erscheinen die Dünnschliffe des Paragonit-schiefers von Airola.

Hier bildet zwar ebenfalls der weisse sogenannte Paragonitglimmer in zarten Blättchen und feinen gewundenen Leisten vorherrschend gewissermassen die Grundmasse des Gesteins. Mit ihm wechselt aber noch ein zweiter graugrüner oder gelblichgrüner Glimmer ab. Im Querschliffe, d. h. senkrecht zur Ebene der Schieferung erscheinen die beiden Glimmer fast in gleicher Entwicklung; bräunliche und weisse Lamellen wechseln mit einander ab. In Querschliffen tritt überhaupt die durchaus lamellare Structur des Gesteines auf das Schönste hervor. Manche Stellen der hier als Grundmasse bezeichneten Glimmer sind aber auch gelb gefärbt, durch die die Granaten oder auch die Leisten und Blätter eines undurchsichtigen, blauschwarzen Glimmers, der wohl eine dem Lepidomelan nahe stehende eisenreiche Varietät sein

dürfte, umgebenden Zersetzungszone, die durch Eisenoxyd bewirkt werden. Die Blättchen und langen Leisten des genannten, metallisch glänzenden, schwarzen Glimmers sind ziemlich zahlreich, sie bewirken vorzüglich die dunklere Färbung des Gesteins. Zunächst fallen nun in der hellen Glimmergrundmasse — es mag diese Bezeichnung der Einfachheit wegen gestattet sein —, zahlreiche kleine, sehr regelmässig und übereinstimmend geformte Krystalle auf, im Querschnitte als kurze Prismen mit pyramidalen, monoklin scheinender Endigung, seltener als schief vierseitige Formen erscheinend. Sie haben eine schwach grünliche oder grüne Farbe, sind deutlich dichroitisch, bei Drehung des unteren Nicol gehen sie von lichtgrau in grünlichbraun über, zeigen keine Spur einer Spaltbarkeit. Sie liegen, wie sich das beim Vergleiche eines Parallel- und eines Querschnittes erkennen lässt, zwischen den Blätterlagen des Glimmers. Eine Entscheidung über ihre Natur ist nicht wohl möglich, es kann Hornblende sein, jedoch dürfte auch die Annahme, es sei Epidot, der ja nach KENNGOTT auch dichroitisch im Dünnschliffe erscheint, in sofern wohl nicht ganz grundlos sein, da er in einem Gesteine, das mehrere Mineralien enthält, in deren Formen er als Pseudomorphose vorkommt, wohl erwartet werden kann. Ausser diesen vollkommen gestalteten kleinen Krystallen erscheinen nun durch die ganze Gesteinsmasse verbreitet kleine, meist erst bei der stärksten Vergrösserung sichtbare Krystalliten, wie winzige Striche erscheinend, an einigen Stellen zu ganz dichtem Gewirre regellos gehäuft, allenthalben sehr zahlreich vorhanden. Sie haben starke dunkle Ränder, sind im Innern farblos, die grösseren braun gefärbt, diese letzteren reagiren deutlich auf das polarisirte Licht. Sie erinnern sehr an die von ZIRKEL in den Thonschiefern gefundenen kleinen Gebilde, die er dort, wo sie dicht beisammen liegen, abgeschnittenen Haaren vergleicht. In der That erscheint auch hier das Bild zwar nicht ganz unpassend, jedoch ist ihre Grösse zu verschieden, um den Vergleich ganz zutreffend erscheinen zu lassen. Winzige Striche liegen mit schon ansehnlichen, breiteren cylindrischen Formen durcheinander. An einigen Stellen zeigen dabei die längeren Stäbchen einen deutlichen Parallelismus. Eine Betrachtung der verschiedenen Schliffe ergibt auch hier, dass diese Bildungen dort, wo man nur die Querleisten der Glimmerblättchen

sieht, weitaus seltener erscheinen, reichlicher dort, wo man auf die Oberfläche der Blätterlagen sieht. Sie liegen zwischen den Blätterlagen, diesen folgend, und daraus möchte wohl der weitere Schluss zu ziehen sein, dass sie späterer Entstehung sind, als der Glimmer, dass die zu ihrer Bildung nöthigen Stoffe erst in der letzten Periode der Geschichte dieses Gesteins auf den Glimmerfugen eindringen. Welchem Minerale aber diese kleinen Krystalliten zuzutheilen sind, dürfte sich kaum entscheiden lassen. Es findet sich keine Andeutung einer polyëdrischen Form, dabei kommen rundliche, tropfenähnliche, schlauchartige aber auch regelmässiger Stäbchen und lang haarförmige Gestalten vor. Nur eine häufig wiederkehrende und daher wohl nicht zufällige Verwachsung zweier solcher Krystalliten könnte als Fingerzeig dienen. Es erscheinen zwei Individuen unter den Winkeln von 60° oder 120° verwachsen; häufig ist dabei die Form eines solchen winzigen Zwillingings durchaus ähnlich den sog. Schwalbenschwanzzwillingen des Gypses, der einspringende Winkel hier 120° oder 60° , die Grenzlinie der beiden Individuen ist immer deutlich markirt. Diese Art der Verwachsung wechselt nun mit vollständigen Durchkreuzungen unter rechten und schiefen Winkeln, sowie mit radialen Gruppierungen mehrerer Individuen. Es erinnern diese Erscheinungen auffallend an die Zwillingsgesetze des Staurolith und auch des Cyanit, von dem KENNGOTT Durchkreuzungszwillinge, wie die des Staurolith beschreibt; aber die kleinen Krystallite für embryonale Staurolithe oder Cyanite zu halten, dürfte doch gewagt erscheinen (wenngleich die grösseren Krystalle dieser Mineralien im Gesteine vorhanden sind). Sie gehören vielleicht nicht einmal alle einerlei Mineral an. Sie für Hornblende zu halten, wofür ZIRKEL die durchaus ähnlichen Bildungen im Thonschiefer ansieht, scheint nicht recht begründet; die grösseren, braun gefärbten, die doch deutlich auf polarisirtes Licht einwirken, zeigen keine Spur von Dichroismus.

Von den übrigen im Gesteine liegenden Mineralien ist noch der Cyanit zu erwähnen, ziemlich zahlreich in kleinen, weissen Prismen, der Granat in zahlreichen grösseren und kleineren Körnern gelblich und schwach röthlich gefärbt, mit zahlreichen Einschlüssen, wie sie schon beim Granulit beschrieben worden sind, und endlich der Staurolith in grösseren Krystallen und Zwillingen,

aber auch in kleinen kreuzförmigen und radialstenglichen Krystallen und Gruppen. Die grösseren Staurolithe erscheinen im Dünnschliffe in hochgelber Farbe und zeigen eine eigenthümliche Structur. Sie bestehen nicht aus homogener Mineralmasse, sondern die gelbe Masse erscheint wie zerfressen und durchlöchert. Unregelmässige Einlagerungen einer andern Substanz oder umgewandelter Staurolithmasse rufen diesen Eindruck hervor. Es scheiden sich diese Einlagerungen noch deutlicher im polarisirten Lichte, da erkennt man, dass es nicht etwa leere Poren, sondern dass sie mit Mineralsubstanz erfüllt sind, da sie abweichende Polarisationsfarben zeigen. Sie dringen, der Spaltungsrichtung des Staurolith folgend, in schlauch- oder tropfenähnlichen Gestalten in denselben ein, und wo sie dicht gedrängt erscheinen, stellt sich die Staurolithmasse nur als eine schwammige, wie zersetzte dar. Wo sie weniger dicht liegen, erinnern sie etwa an die hintereinander gereihten Dampfporen mancher Pechsteine. Schon mit der Lupe erkennt man übrigens an den Schliffen eine streifige Structur im Staurolith, hervorgerufen dadurch, dass Stellen weniger von diesen Gebilden erfüllter Masse mit vollkommen daraus bestehenden abwechseln. Ausserdem erscheinen aber noch mancherlei andere Einschlüsse in den Staurolithen, so Cyanite, Granate, die für Epidot angesehenen Prismen der Grundmasse, viele schmale Leisten und Blättchen von schwarzem Glimmer, dagegen kein Paragonit, endlich die erwähnten kleinen Krystalliten an einigen Stellen zahlreich. Vereinzelte kleine Einschlüsse von rundlicher Form zeigen die Polarisationserscheinungen des Quarzes. Poren mit Bläschen, ähnlich denen im Quarze der Granite, sind ebenfalls vereinzelt im Staurolith vorhanden. Die mikroskopischen Krystalle des Staurolith zeigen sich mit weisser Farbe durchsichtig, alle stenglich struirt, die meisten in kreuzförmiger Zwillingsverwachsung oder radial strahlig: Sie sind mit den kleinen Krystalliten so erfüllt, dass sie nur an den Rändern durchsichtig bleiben, im Innern liegen die Krystallite in vollkommen dichtem Gewirre. Auch in einem zum Vergleiche hergestellten Dünnschliffe eines Staurolithes aus dem Glimmerschiefer des Pfischthales zeigten sich ähnliche Einschlüsse, jedoch war hier die Durchdringung mit veränderter Masse nicht so reichlich. Das berechtigt zu der Annahme, dass die Erscheinung überhaupt

einer Zersetzung zuzuschreiben ist. Immerhin aber erscheint es wahrscheinlich, dass solche zersetzte Staurolithe auch unter den bis jetzt analysirten gewesen sind, und da muss denn der Reichtum an eingelagerter, veränderter oder fremder Substanz gross genug erscheinen, um uns die schwankenden Resultate der analytischen Untersuchungen zu erklären. Der Kieselsäuregehalt schwankt von 27 bis 51 Proc. Quarz dürfte zur Erklärung dienen, er wurde auch in einer Varietät aus der Bretagne gefunden; Fe_2O_3 schwankt von 0 bis 20 Proc., FeO bis zu 13 Proc. Beimengungen von Granat können da mitwirken. LECHARTIER, der zuerst fand, dass die Staurolithe fremdartige Körper umschliessen und dass erst nach Abscheidung derselben reine Staurolithsubstanz übrig bleibe mit 28 bis 29 Proc. SiO_2 machte gleichzeitig die Beobachtung, dass ein schwer auszutreibender Wassergehalt dem Staurolith eigen sei. Eine Erklärung hierfür könnten die in den vorliegenden Krystallen beobachteten Flüssigkeitssporen geben. Jedenfalls findet die von LECHARTIER zur Erklärung der schwankenden Zusammensetzung der Staurolithe ausgesprochene Ansicht in der hier mitgetheilten Beobachtung Unterstützung, wenn nicht vielleicht ihre vollkommene Bestätigung. Darüber ausführlichere Untersuchungen anzustellen und deren Ergebniss mitzutheilen, muss einstweilen vorbehalten bleiben.

Fleck- und Garbenschiefer. Die hierher gehörigen Gesteine finden sich in ausgezeichneter Entwicklung an den an Granit und Syenit angränzenden Rändern der Schieferzone des linken Elbufers, wo sie auch directe Übergänge in gneissähnliche Gesteine zeigen. Die zu den vorliegenden Dünnschliffen verwendeten Handstücke sind von Wesenstein und Wechselburg in jenem Theile Sachsens *. Es sind wohl charakterisirte Fleck- und Garbenschiefer: in einem braungrauen, stellenweise ziemlich dichten Gemenge von Glimmer, manchem gewöhnlichen Grauwakenschiefer nicht unähnlich, liegen längliche, dunkle Glimmerlamellen in grosser Zahl aber regelloser Anordnung und braungefärbte, grössere und kleinere verschieden gestaltete Concretionen, von denen manche allerdings den deutlichen Eindruck machen, als seien es zersetzte Krystalle, etwa Chiastolith.

* Siehe NAUMANN, Geognosie. 2. Aufl. Bd. 1, S. 542 und 753.

In den Dünnschliffen zeigen diese Schiefer eine gewisse Übereinstimmung mit den im Vorhergehenden besprochenen Schiefern, auch sie haben als Grundmasse ein gelblich-weisses Gemenge eines talk- oder glimmerähnlichen Minerals, welches nur noch feinblättriger erscheint, als in jenem der Paragonit. Die Querleistchen sind nur als winzige Streifchen erkennbar, am leichtesten im polarisirten Lichte. Die kleinen, gut ausgebildeten und stets scharfrandigen Kryställchen von anscheinend monokliner Form und deutlichem Dichroismus, die in den Paragonitschiefern in der Glimmergrundmasse auffallend reichlich vorhanden waren und für Hornblende oder Epidot angesehen wurden, sind auch hier recht zahlreich vorhanden. Dagegen findet sich von den in dem Gesteine von Airolo so ausserordentlich zahlreichen Krystalliten hier kaum eine Spur; ganz vereinzelt sind kleine, scharfbegrenzte, rundliche und längliche Gebilde dieser Art. Ob und wie weit in diesem Gemenge, welches wir als Grundmasse bezeichnen, klastische Elemente vorhanden sind, war schwer zu entscheiden. Kleine unregelmässige Bruchstücke von heller Farbe, die aber auch im polarisirten Lichte keine Bestimmung zulassen, dürfen wohl als solche angesehen werden. Ausserdem aber erscheint ein quarziges Cäment, an einigen Stellen aber nur in äusserst feinen Fasern zwischen den einzelnen Mineralien einge-
drungen zu sein. Dagegen scheinen nun die dunklen Glimmerlamellen, die auch dem blossen Auge sichtbar, zahlreich in dem Gestein liegen, wohl für klastische Elemente angesehen werden zu müssen. Es sind im Dünnschliffe grünbraune, gelbe, graue unregelmässig gestaltete und meist zerfetzte Glimmerlamellen, die in durchaus regelloser Weise durcheinander liegen. Sie sind fast alle mit schmutzigen, schwarzgrünen Flecken erfüllt und zeigen alle möglichen Stadien der Zersetzung, die sich dort am deutlichsten ausspricht, wo sie von Zonen einer grünlichen, vielleicht chloritischen Masse oder solchen von braunrother, durch Eisenoxyd bewirkten Färbung umschlossen sind. Aehnliche schmutziggelbe bis braunschwarze Flecken, deren Grösse sehr verschieden ist und bis zu selbst bei stärkster Vergrösserung verschwindender Kleinheit hinabgeht, liegen auch durch die ganze Masse des Schliffs zerstreut. Man würde sie für unregelmässige Glimmerfelzen halten, davon unterscheiden sie sich aber durch

den bei den kleinsten Glimmerstückchen stark sichtbaren Dichroismus, der ihnen ganz fehlt. Es ist daher wohl nur ein Zersetzungsproduct. Wo diese Flecken dicht gedrängt liegen, erscheint der Schliff undurchsichtig; dadurch bilden sich unregelmässige, dunkle Stellen und Anhäufungen von verschiedener Gestalt im Gestein. Auch die in einer scheinbar vollkommenen Krystallform erscheinenden Concretionen des Fleckschiefers erweisen sich im Dünnschliffe als wesentlich durch eine dichtere Anhäufung von Glimmerbruchstücken gebildet, umgeben von diesen dunklen Flecken und einer gleichmässig braun gefärbten Zersetzungszone. Keine der in den vorliegenden Dünnschliffen innewohnenden Concretionen zeigte eine individualisirte Mineralmasse oder auch nur Reste einer solchen, die gleiche Masse, die das Gestein bildet, setzt auch die Concretionen ersichtlich zusammen, nur erscheint in ihnen die Gruppierung der einzelnen Elemente, besonders der Glimmerblätter, dichter, und dadurch die braune Färbung intensiver, die sie von der lichterem Grundmasse abhebt. Wenn an einigen Stellen in der That Krystallformen sichtbar erscheinen, so ist hier jedenfalls das Mineral, dem diese Form angehörte, durchaus verschwunden. Es mag das Andalusit gewesen sein, an dessen Stelle nunmehr ein Gemenge undeutlicher Zersetzungsproducte getreten ist. Eine Umkrystallisirung, die sich mit der Umwandlung des erhitzten und langsam erkalteten Glases zum sog. RÉAUMUR'schen Porcellan vergleichen liesse, wie dieses NAUMANN l. c. anführt, so dass sich diese Concretionen nach Art der sog. Krystalliten im erkaltenden Glase gebildet hätten, ist wohl nach der mikroskopischen Beschaffenheit dieser Concretionen als durchaus unwahrscheinlich, fast als unmöglich anzunehmen. Auch die Annahme von DELESSE, dass es unentwickelte Chiasolithen seien, sowie die Vermuthung, dass es Fah-lunit sei, worauf die Analysen von KERSTEN hinweisen, muss als nicht zutreffend erklärt werden. Alles deutet klar darauf hin, dass wir eher schon abgestorbene, verwesene Chiasolithen in den Concretionen zu suchen hätten, als unentwickelte. Die meisten solcher Concretionen, z. B. ganz gewiss die unregelmässigen, vielförmigen der Garbenschiefer stehen gewiss nicht einmal in irgend einem Zusammenhang mit einer Krystallform und einem Minerale, sondern sind nur an gewissen Stellen vollzogene stür-

kere Concentrationen des färbenden Eisenoxydes und anderer Substanzen, also fast nur Producte mechanischer Thätigkeit, wie die Eisenknollen in gewissen Sandsteinen. Daher sind die Concretionen in den Garbenschiefern wohl nur auf blosse Risse und Zerklüftungen im Gesteine zurückzuführen, die sich später erfüllten. Deutlich lassen sich in der That unter dem Mikroskope in einigen günstigen Fällen die mit dunkelbraunrothem Eisenoxyd erfüllten Kanäle erkennen, die den Verkehr der wandelnden Stoffe vermittelten. Langsame Zersetzungs- und Umwandlungserscheinungen, ganz unabhängig von irgend einer gewaltigen Contactwirkung bildeten in leere Formen durch Verwitterung und Dislocation verschwundener Mineralien, oder an anderen Stellen, ganz die gleichen Mineralien hinein, die der Umwandlungsprocess im ganzen Gestein schuf. Für die Frage, welches Gestein dann etwa als Muttergestein für solche Schiefer gelten könne, ist natürlich der Nachweis von Bedeutung, dass in der That klastische Elemente in denselben vorhanden sind. Wie aus krystallinischen Gesteinen *in situ* sich glimmerreiche Gneisse und schieferähnliche Gesteine entwickeln können, so können aus Trümmergesteinen, die die gleichen mineralischen Bestandtheile in zerkleinertem, mehr oder weniger für die Zersetzung und Umwandlung vorbereiteten Zustande enthalten, doch gleichfalls glimmerreiche Schiefer entstehen. Nach und nach müssen die klastischen Elemente verschwinden und den aus ihnen herauswachsenden Neubildungen weichen, und so können aus klastischen Gesteinen, die Feldspath, Quarz, dunklen Glimmer, Cordierit u. a. Mineralien führen (die den ältesten Erstarrungsgesteinen angehört haben), glimmerreiche Schiefer entstehen, die die Reste solcher Mineralien nach Massgabe ihrer Widerstandsfähigkeit oder der Gunst zufälliger und wechselnder Verhältnisse mehr oder weniger wohl erhalten noch in sich schliessen. Dort, wo endlich kein Bruchstück klastischer Art mehr übrig ist, kann unmittelbar keine Entscheidung gegeben werden, ob ursprünglich ein krystallinisches, eruptives Gestein, oder ein klastisches das Muttergestein gewesen ist; geognostische Verhältnisse werden hier das Erkennen erleichtern. Wo aber klastische Elemente noch vorhanden, da ist der Beweis ersichtlich. Dass in der ganzen Reihe der metamorphischen Schiefer der Feldspath eine so verschwindende Rolle spielt, ist bei dieser

Annahme verständlich; als leicht verwitterbarer und angreifbarer Bestandtheil ist er aus dem klastischen Gemenge als einer der ersten verschwunden. Nicht gering ist übrigens in den meisten Fällen die Schwierigkeit, in stark umgewandelten Mineralien echte klastische Bruchstücke und die rudimentären Reste krystallinischer *in situ* umgewandelter Gesteine zu unterscheiden, besonders wo es sich um sehr feinkörnige Mineralgemenge handelt. Das Mikroskop mag dort in vielen Fällen aber gute Resultate geben.

Knotenschiefer. Ein ebenfalls im engsten örtlichen Ver-
 bande mit dem vorher beschriebenen vorkommendes Gestein ist der schwarze Knoten- oder Fruchtschiefer von Wesenstein. In einer feinschuppigen, glimmerschieferähnlichen Masse liegen kleine, dunkel gefärbte Concretionen von der Grösse eines Hirsekorns, wodurch viele flache knotige Erhöhungen auf den Spaltungsflächen des Gesteins entstehen.

Das Aussehen dieses Gesteines im Dünnschliffe ist durchaus abweichend von dem der Vorhergehenden, man kann es kaum damit vergleichen. Hier wechseln durchaus deutliche klastische Partien mit krystallinischen Glimmerpartien in gewisser Regelmässigkeit. Die rundlichen oben genannten Concretionen, die mehr oder weniger dicht neben einander liegen, erweisen sich als durchaus aus feinem klastischem Gemenge verschiedener Substanzen gebildet, während die Zwischenräume zwischen diesen Körnern, die Zonen, die sie umgeben, einen deutlich krystallinischen Habitus erhalten durch das Auftreten oft regelmässig gestellter Glimmerblätter von brauner und weisser Farbe. Das lässt sich schon mit der Lupe einigermaßen an den Schliffen wahrnehmen. Die Zusammensetzung der Concretionen löst sich zwar nicht bis in's Einzelne unter dem Mikroskope auf, aber es lassen sich doch Bruchstücke, die auf Quarz und Feldspath zurückgeführt werden können, erkennen, sie sind jedoch nur winzig. Deutlich ist auch hier ein gewissermaßen die Grundmasse bildendes äusserst feinschuppiges talk- oder glimmerartiges Mineral. Darin liegen dicht gehäuft winzige Punkte und grössere Kügelchen oder auch dendritische und stengliche Aggregate eines tief schwarzen, vollkommen undurchsichtigen Minerals. Wie die dunkle Färbung des ganzen Gesteins wesentlich durch dieselben bewirkt wird, so hängt auch von der mehr oder weniger dichten Anhäufung solcher

schwarzen Kügelchen in den Concretionen ab, ob diese dunkler oder heller erscheinen, wie das umgebende Gestein. Allerdings wirkt bei der dunkleren Farbe der umgebenden Zonen auch das Auftreten des braunen Glimmers mit. Man möchte das Mineral für Graphit halten, da es in der That in einzelnen leisten- oder schuppenförmigen Aggregaten erscheint und der Farbe nach wohl dafür gelten kann, auch färbt das Pulver des Gesteins etwas ab. Andernfalls aber dürfte es ein Wadähnlicher dichter Manganocker sein. Eine Sonderbestimmung war bei der durchaus mikroskopischen Vertheilung desselben nicht möglich. Ausser den beiden genannten Gemengtheilen erscheinen nun noch kleine, meist regelmässig geformte braune Glimmerblättchen und Leisten in diesen Concretionen, nach dem Rande zu werden sie häufiger und vermitteln gewissermassen einen Übergang zu der umgebenden Glimmerzone, im Innern fehlen sie oft ganz. Nur an einigen der Concretionen liess sich eine cämentartige, das ganze Gemenge einheitlich und ziemlich gleichmässig in streifiger Anordnung durchdringende Masse erkennen, aber auch hier nur spärlich. Diese Masse polarisirt lebhaft und dürfte am wahrscheinlichsten Kieselsäure in Chalcedonform sein. Die Concretionen haben, wie schon erwähnt, meist eine ziemlich regelmässige länglich runde Form, oft sind ihre Conturen aber unregelmässig. Immer aber ist ihre Begrenzung nach der umgebenden Masse hin ziemlich scharf. Um sie herum liegt nun jedesmal eine verschieden breite, durchaus krystallinische Zone brauner und weisser Glimmerblätter, meist so gestellt, dass die Längsrichtung derselben radial zum Mittelpunkte der Concretionen gerichtet ist. Jedoch ist diese Stellung nicht überall genau eingehalten. Unverkennbar ist aber stets der durchaus zonenartige Charakter, mit dem die Glimmerblättchen die Concretionen umgeben. Gleichzeitig scheint die Glimmerbildung, wie schon erwähnt, in die Concretionen von aussen nach innen vorzudringen. Manche Stellen des Gesteines erscheinen frei von den Körnern und Knoten, dieselben sind dann durchaus von Glimmerblättern erfüllt, dort tritt das schwarze erdige Mineral sehr zurück, sowie es auch in den umgebenden Zonen nicht so dicht erscheint, wie in den Concretionen selbst. Auch liegen in dem Gesteine Partien eines sehr deutlich klastischen Gemenges von Feldspath und Quarzkörnern und Bruch-

stücken derselben. Diese Stellen sind fast vollkommen frei von Glimmer und dem schwarzen, erdigen Mineral. Einzelne sehr kleine aber sehr regelmässig geformte Glimmerblättchen sind aber dennoch vorhanden. Auch erscheinen dort kleine Krystalliten, sowie die charakteristischen Poren des Quarzes. Sonst fehlen dem Gesteine die kleinen Prismen von Hornblende oder Epidot, sowie die in den vorhergehenden Gesteinen so zahlreich vorhandenen Krystalliten fast ganz.

Wenn auch die Betrachtung dieser Dünnschliffe die Annahme nahe legt, dass auch hier die Glimmerbildung dem letzten Stadium in der Geschichte dieser Gesteine angehört und die Concretionsbildung vorherging und vielleicht nur in mechanischer Gruppierung ihren Grund hatte, so soll doch auf diesen Punkt nur geringerer Nachdruck gelegt werden. Wie man auch die mikroskopische Structur dieses Knotenschiefers deuten mag, der Gedanke, dass die Concretionen Bildungen seien, die durch irgend einen bei hoher Temperatur durch Contact empordringender eruptiver Gesteine wirksamen, gewaltigen Process in glimmerreiche Schiefer hineinkrystallisirt seien, muss jedenfalls zurückgewiesen werden.

Spilosit. Die unter dem Namen Spilosit von ZINKEN zuerst am Harz beschriebenen grauen Schiefer, die von ihm und nachfolgenden ebenfalls als durch Contactwirkung metamorphosirte Glimmerschiefer angesehen werden, kommen in nahe übereinstimmender Ausbildung auch bei Herstein im Birkenfeldischen vor, und ein von Dr. KRANTZ erhaltenes Handstück von dort diente zur Anfertigung der vorliegenden Schliffe. In einer glimmerschieferähnlichen Masse liegen zahlreiche dunkelbraune Körnchen. Ihre dunkelbraune Färbung ist nur oberflächlich, im Schliffe erscheinen sie heller. Ein Schliff unter der Lupe betrachtet, erinnert auffallend an manche sphärolithische Quarztrachyte, allerdings nur der Structur nach.

Unter dem Mikroskope zeigt sich eine weisse, durchaus einfach lichtbrechende Substanz, die das ganze Gestein zu durchdringen scheint und wohl für die Grundmasse, das Cäment, gelten kann. In derselben liegen zahllose der von ZIRKEL für die Thon- und Dachschiefer zuerst beschriebenen, kleinen, braunen, nadelförmigen Krystalliten, hier zeigen sie ganz übereinstimmende Details

mit den von ZIRKEL angegebenen. Auffallend oft sind sie zu sternförmigen oder dichten, unregelmässigen, zur Kugelform hinneigenden Aggregaten verwachsen. Zahlreiche feine Risse in der Grundmasse, vielleicht die Folge eines blättrigen Gefüges derselben, im Verein mit den gemengten Nadeln und rundlichen braunen Aggregaten eines undurchsichtigen, erdigen Minerals, welches oft punktförmig durch die Masse zerstreut liegt, lassen den Schliff undurchsichtig erscheinen. Gerade durch die Anordnung dieser letzteren tritt aber an manchen Stellen die sehr versteckte fasrige Structur der Grundmasse hervor. Noch besser lässt sich dieselbe im polarisirten Lichte erkennen, wo zahlreiche helle und buntfarbige Leisten sich deutlich abheben, deren gewundene lamellare Structur deutlich den Glimmer erkennen lässt. Wenngleich manche unregelmässig begrenzte Bruchstücke als klastische Elemente gedeutet werden können, so sind dieselben doch in verschwindend geringer Zahl vorhanden. Die dunkelbraunen Körnchen zeigen im Dünnschliffe, dass sie nicht einfache Mineralmasse, sondern ein klastisches Gemenge sind. Sie erscheinen fast alle von einem dunkelbraunen, durch Eisenoxyd bewirkten Rand umgeben; sind nur schwach durchsichtig im Innern, etwas heller nach dem Rande zu, im polarisirten Lichte erweisen sie sich nicht wirksam. Aus der dann dunklen Masse derselben treten nun zahlreiche helle Körnchen hervor, die ihnen beigemengt sind. Die hellere Grundmasse, die wir oben als Cäment charakterisirten, scheint in ihnen nicht vorhanden, daher wohl auch ihre geringe Durchsichtigkeit. Auch fehlen die dem Cämente eigenthümlichen kleinen Krystallitengebilde. Dagegen sind zahlreich auch durch die Concretionen die schwarzen Körner des erwähnten erdigen Minerals zerstreut. In der Anordnung dieser lassen sich gewisse Structurverhältnisse der Concretionen erkennen: einzelne sind von ringförmig gruppirten schwarzen Punkten erfüllt, in anderen bilden dieselben undeutliche Sternformen. Weitaus in den meisten jedoch ist durchaus keine Regelmässigkeit in der Vertheilung dieser Körner zu beobachten. Die Concretionen begrenzen sich immer scharf und deutlich gegen die übrige Gesteinsmasse, manche Umrisse erinnern in geradlinig eckiger Begrenzung an Krystallumrisse, ohne dass eine Form auch nur annähernd erkennbar wäre.

Die Etiquetten der KRANTZ'schen Sammlung tragen bei Spilosit die Bezeichnung *ardoise alteré par Hypersthène*, eine Bezeichnung, die an und für sich unklar, schwer mit den mikroskopischen Verhältnissen dieses Gesteines und seiner Concretionen in Einklang zu bringen sein dürfte.

Dipyrschiefer. Das Gestein, von dem das Material zu den Schliffen herrührt, kommt bei Angoumer im Dep. Ariège vor, wo es mit Kalksteinschichten abwechselt. In einem grauen, dichten Thonschiefer liegen zahlreiche, matt weisse Kryställchen von Dipyr, eine sehr unvollkommene Säule mit abgerundeten Endigungen zeigend. Nach COQUAND *, der eine analytische Untersuchung der Übergänge von dipyrfreien bis zu den Schiefern, die Dipyr führen, anstellte, sind diese ebenfalls in dem Sinne metamorph, dass der Dipyr als ein Contactproduct in die Thonschiefer hinein krystallisirte. Die Masse des Thonschiefers besteht aus einem sehr feinblättrigen schuppigen Gemenge eines talkartigen, im Dünnschliff gelblich erscheinenden Minerals. Im Mikroskope erweist es sich als undeutlich flaserig, und einzelne zu sternförmigen Gruppen vereinigte gewundene Lamellen sind deutlich zu erkennen. Zwischen diesen lebhaft polarisirenden glimmerartigen Partien liegt aber auch noch eine einfach lichtbrechende Substanz, die das ganze Gemenge gleichmässig zu durchdringen scheint. Von klastischen Elementen ist Quarz in runden, lebhaft polarisirenden, rundlichen Körnern unverkennbar, andere Bruchstücke mögen wohl Feldspath sein. Durch die ganze Schiefermasse liegen zahlreich die kleinen braunen Krystalliten zerstreut, wie sie schon vorher in den Paragonitschiefern beschrieben wurden. Bemerkenswerth ist aber vorzüglich die mikroskopische Structur der Dipyrkrystalle. Es zeigt sich auf den ersten Blick, dass es keine homogene Mineralsubstanz, sondern ein Gemenge verschiedener Bestandtheile ist. Vorherrschend ist wohl allerdings eine in einfachen Farben wandelnde Masse. Manche Dipyre verhalten sich auch durchaus unwirksam im polarisirten Lichte, die grosse Dünne, die sie durch den Schliff erlangt und natürlich auch ihre krystallographische Lage sind dazu die Bedingung. Wo ein solcher Dipyr einfach zwischen hell und dunkel wandelt,

* Bull. de la Soc. géol. 1841, p. 322.

heben sich dann im polarisirten Lichte die fremden Einnengungen sehr deutlich ab. Es sind verschiedenartige klastische Elemente darunter unverkennbar rundliche Quarze. Ausserdem kleine prismatische Kryställchen eines gelbgrünen Minerals, die nicht dichroitisch sind und wohl talkiger Natur sein dürften. Endlich sind geradezu zahllos vorhanden die schon für die Schiefermasse erwähnten Krystalliten, die in den Dipyren ungleich zahlreicher sind, als in dieser. Von winzigen Pünktchen und Stäbchen, die erst bei sehr starker Vergrösserung erkennbar werden, bis zu grössern Nadeln und kreuzförmigen Verwachsungen sind alle Formen zu sehen. Über ihre Natur möchte auch hier die Entscheidung schwer sein. Wenn nun die Dipyre auch eine individualisirte Mineralmasse besitzen, so ist doch die Menge der dieser beigemengten fremdartigen Bestandtheile so gross, dass sie die bisher von diesem Mineral vorliegenden Analysen fast als bedeutungslos erscheinen, die Selbstständigkeit des Minerals überhaupt fraglich sein lässt. Dabei ist es jedenfalls von Bedeutung, dass die kleinen Krystalliten, die wir für eine durchaus junge Bildung angesehen haben, in der Gesteinsmasse und im Dipyr gleichmässig vorhanden sind und dass ebenso in dem letzteren die Prismen eines talkartigen Minerals nicht fehlen. Schwer dürfte sich auch hier die Ansicht mit den Erscheinungen in Einklang bringen lassen, dass der Dipyr ein Contactkrystallisationsproduct sei, so wenig, wie er eine eigentliche Pseudomorphose sein dürfte.

Ottrelitschiefer. Das Gestein von Ottrez diente zu den Schliften. In einem lichtgrauen, etwas in's Grünliche spielenden talkreichen Schiefer liegen zahlreiche hexagonale Blättchen grünlich grauen Ottrelits.

Im Dünnschliffe zeigt sich als vorherrschende Masse ein aus gelblichweissen fast zarten Blättchen und gewundenen äusserst feinen Fasern bestehendes Gemenge eines talk- oder glimmerartigen Minerals von durchaus krystallinischem Habitus. Zwischen dem fasrigen Gemenge erscheint im polarisirten Lichte deutlich eine einfach lichtbrechende Masse, die das Cement des Schiefers sein dürfte. Klastische Elemente sind hier wieder selten und nicht leicht bestimmbar. Die bei andern Schiefnern schon erwähnten kleinen Krystalliten scheinen hier ganz zu fehlen. Wohl aber liegen ziemlich zahlreich grünlichbraune, starkglänzende, meist

prismatische Kryställchen mit pyramidalen Zuspitzungen in dem Gestein zerstreut, die zu zweien und mehreren verwachsen sind und einzelne aus zahlreichen Individuen bestehende Krystallgruppen bilden. Sie polarisiren ziemlich lebhaft, aber sie zeigen keinen Dichroismus. Die grösseren besitzen eine deutliche Spaltbarkeit parallel der prismatischen Längsrichtung. Sie scheinen übereinstimmend zu sein mit den in Paragonitschiefern vorkommenden Bildungen; ihre mineralogische Deutung ist schwierig. Die Ottrelitblättchen, die das charakteristische Mineral dieser Schiefer sind, haben alle ziemlich gleiche Grösse, und es ist seltsam, dass keine mikroskopischen, nicht einmal kleinere Formen vorkommen, während andere Glimmer meist in den verschiedensten Grössen zu erscheinen pflegen. Die Blättchen scheinen im Dünnschliffe mit hellgrüner Farbe durch und zeigen im polarisirten Lichte keine besondere Wirkung, sondern nur ein einfaches lichter und dunkler werden bei einer Drehung der Nicols. Dagegen tritt an den Querleisten der Blättchen eine eigenthümliche Streifung hervor, indem solche nicht mit wechselnden Farben erscheinende Lagen mit deutlich bunt polarisirenden abwechseln. Die Ränder der Leisten sind von heller, grüner Farbe und heben sich im polarisirten Lichte scharf ab. Häufig erscheint der Rand von beiden Seiten aus halbkreisförmig in das Innere der Leisten hineinzugehen; im polarisirten Lichte erscheint dann zwischen die beiden hellen bogenförmigen Partien die dunkle übrige Masse wie zwei sich die Spitze zukehrenden Keile zwischenliegend. Diese Erscheinungen, bedingt durch die fein lamellare Schichtung der Blätter, lassen es gleichzeitig deutlich erscheinen, dass die Substanz der Ottrelite nicht in allen Lamellen gleichartig ist. Es liegt wohl am nächsten, an eine Umwandlung gewisser Blätterlagen zu denken; in der That erscheinen bei Anwendung stärkerer Vergrösserung die innern Theile mit einer fremdartigen oder veränderten Substanz wie mit Poren unregelmässig erfüllt, während der hellere Rand mehr oder weniger frei davon erscheint. Daneben erscheinen dann aber auch zahlreiche Einlagerungen in den Ottreliten, die zum Theil klastische Elemente von Quarz und vielleicht Feldspath zu sein scheinen, zum Theil aber aus den auch in der Grundmasse vorhandenen braunen Kryställchen und Krystallgruppen bestehen. So macht denn der Ottrelit fast den

Eindruck eines Mineralgemenges, und jedenfalls dürfte die bisher für ihn angenommene Zusammensetzung nicht ganz seiner wirklichen Constitution entsprechen. Als Product und besonderes Anzeichen metamorphischer Einwirkung dürfte derselbe wohl kaum in höherem Maasse gelten, als überhaupt in der talkartigen Natur der Grundmasse der Beweis liegt, dass wir vor vollkommen umgewandeltem Gesteine stehen. Ein aus den klastischen Elementen primitiver krystallinischer Gesteine von im Allgemeinen granitähnlicher Zusammensetzung gebildetes sedimentäres Gestein war ohne Zweifel hier der erste Ausgang für diese Schieferbildung. Sie ist fast bis zur Verwischung der klastischen Bestandtheile fortgediehen.

Sericitschiefer. Die von List benannten Sericitschiefer, die im Taunus eine hervorragende Verbreitung besitzen, können nach ihm in verschiedene Varietäten unterschieden werden, von denen die sogenannten gefleckten Schiefer am meisten zersetzt scheinen. Sie haben eine gelblich- und grünlichweisse Farbe, eine sehr feinkörnige Textur und sind sehr dünnschiefbrig. Die zu den Dünnschliffen verarbeiteten Handstücke sind aus der Nähe von Wiesbaden.

Im Dünnschliff erweist sich das Gestein als durchaus von klastischer Beschaffenheit. Zahlreiche Quarzkörnchen bilden mit einem äusserst fein lamellaren, talkartigen Minerale die Grundmasse. Dieses talk- oder glimmerähnliche Mineral ist von heller gelblicher oder weisser Farbe. Vereinigt erscheint das Gemenge durch ein einfach lichtbrechendes Bindemittel. Einzelne Stellen sind reicher an Glimmer, in anderen herrschen die Quarzkörner mit Cäment vor. Ausserdem liegt Quarz auch noch in grösseren Stücken im Schliffe, und ausser ihm erscheinen sehr zersetzte, aber doch nach Form und Polarisationserscheinung noch deutlich erkennbare Feldspathe. An einzelnen derselben zeigt sich dann noch ganz deutlich die bunte Streifung lamellarer Verwachsung; andere Krystallbruchstücke mögen einem orthoklastischen Feldspath angehört haben. Jedenfalls stehen die Feldspathpartien in einem deutlichen Zusammenhang mit dem eigentlichen Sericit. Feine Lagen und Zonen dieses grünlichen sehr dünnfasrigen Minerals scheinen zwar durch das ganze Gestein verbreitet, aber immer liegen dann Feldspathbruchstücke darin oder es umsäumt

geradezu dieselben in vollkommenen, an die Bruchstücke anschliessenden Zonen, dringt in die Spalten derselben ein, erfüllt endlich ganz ihre Stelle. Ob in der That der Sericit berechtigt ist, seine mineralogische Selbstständigkeit zu behalten, das dürfte nach Betrachtung der Dünnschliffe, wo er stets in so inniger Verwachsung mit einem weissen, ebenfalls talkigen Minerale der Grundmasse erscheint, wohl zweifelhaft sein. Übrigens ist die Betrachtung der Dünnschliffe dieser Sericitschiefer insofern recht instructiv, als sich hier fast handgreiflich erkennen lässt, dass ein aus den Bestandtheilen altkrystallinischer Gesteine gebildetes klastisches Gemenge das Muttergestein für diese Schiefer war, und dass sie durchaus nur in diesem Sinne Berechtigung auf den Namen metamorphische Gesteine haben.

Ausser den nunmehr im Einzelnen angeführten Gesteinen kamen nun noch Dünnschliffe von einer Reihe weiterer Gesteine, die den sogenannten metamorphischen zugerechnet zu werden pflegen, sowie von krystallinischen und gewöhnlichen Thon- und Dachschiefern zur Untersuchung. Während für die letztgenannten die Beobachtungen ZIRKEL's bestätigt werden konnten, was die kleinen Krystalliten in den Thonschiefern angeht, ohne seiner Deutung derselben als Hornblende uns anschliessen zu können, ergaben sich für andere Gesteine noch recht interessante Details. So zeigen Dünnschliffe von Itacolumit in schönster Weise die Art der Verwachsung des Quarzes mit weissem Glimmer, der nicht nur in langgestreckten, gewundenen Lamellen zwischen die Quarzkörner gelagert erscheint, sondern diese in kleinen aber durchaus regelmässig hexagonalen Schuppen durchschwärmt, so dass eine Bildung des Glimmers in Folge langsamer Zersetzung in den Quarz hinein fast unabweisbar erscheint. Die grünen Alpenschiefer des Pflschthales, die die schönen, allbekannten Krystalle von Magneteisen führen, und andere grüne Alpenschiefer, z. B. aus dem Zillerthal und vom Grossglockner, die ihrer äusseren Erscheinung nach fast identisch zu sein scheinen, zeigen sehr verschiedene mikroskopische Structur. Die ersteren erweisen sich als durchaus krystallinisch durch das Vorherrschen eines fein lamellaren, grünen, glimmerartigen Minerals neben Chlorit, fast ohne klastische Beimengungen, die andern bestehen durchaus aus abwechselnden Lagen klastischer Elemente, zeigen deutlich die

Erscheinungen, die SORBY unter der Bezeichnung *ripple drift* beschrieben hat. Eine genaue Untersuchung und Sichtung aller unter dem Namen Chloritschiefer aufgeführten Gesteine wird vielleicht ergeben, dass dieselben im Allgemeinen sich in verschiedene Arten zerlegen. Dabei dürfte ohne Zweifel Manches für die Genesis interessante Detail mit zu Tage gefördert werden. Auch im Mikroskope zeigen sich die Übergänge solcher Schiefer durch Aufnahme von Kalkspath in feinen Adern oder Drusen bis zu den Kalkglimmerschiefern, die recht schöne und eigenthümliche Verwachsungserscheinungen zeigen. Um aber das Gebiet der letztgenannten Gesteinsarten eingehender nach dieser Richtung hin erforschen zu können, bedarf es noch der Ansammlung reichen Materials, und es müssen diese Untersuchungen bis auf Weiteres verschoben werden.

Ganz im Allgemeinen Schlüsse zu ziehen aus den vereinzelt, immerhin an einer noch klein zu nennenden Zahl von Dünnschliffen angestellten, im Vorhergehenden angeführten Beobachtungen dürfte gewagt erscheinen. Aber gewisse Eigenthümlichkeiten waren doch so ausgesprochen und in verschiedenen Gesteinen gemeinsam vorhanden, dass wir dennoch wenigstens einige kurze Schlüsse aus den bisherigen Beobachtungen ziehen zu können glauben. Ihre umfassendere und eingehendere Begründung kann ja nur in Übereinstimmung mit geognostischen Untersuchungen geschehen. Ob sich die geognostischen Verhältnisse mit der Annahme, zu denen uns die mikroskopische Beschaffenheit zu zwingen scheint, in Übereinstimmung bringen lässt, das muss sich in der Folge zeigen. Desshalb aber gerade erscheint es vortheilhaft, die persönliche Ansicht, wenngleich sie nicht genügend erwiesen scheinen mag, auszusprechen. Berichtigungen von anderer Seite, vielleicht auch Unterstützung durch neue Beweise werden hierdurch veranlasst. Ob dann unter dem Zwange berichtigender Beobachtung diese Annahmen wieder verschwinden müssen oder ob sie auf der Grundlage, auf der wir sie aufzubauen wagten, festen Boden behalten, beides soll und wird der Wissenschaft und speciell der jedenfalls noch nicht ganz geläuterten und reinen Lehre von der Gesteinsmetamorphose nur Nutzen bringen können.

Zu den folgenden z. Th. neuen Schlüssen hat aber die mikroskopische Beobachtung den Grund gelegt.

1. Alle Gesteine sind der Metamorphose fähig, die meisten wirklich mehr oder weniger metamorphosirt.

2. Ursprünglicher Ausgang für alle metamorphen Gesteine muss nothwendig die erste Erstarrungsrinde der Erde sein. Mag man Granit, Gneiss oder irgend ein anderes Gestein hierfür annehmen, so muss dieses nothwendig das Muttergestein für alle weiteren sein.

3. Sie können aber davon abgeleitet werden a) durch Umwandlung *in situ*, b) durch mechanische Zerstörung und Bildung klastischer Gesteine durch Anhäufung des zerstörten Materials, c) durch Umwandlung so entstandener Gesteine.

4. Die Contactmetamorphose darf nicht in dem ausgedehnten Maasse als wirksam angenommen werden, wie es bis heute noch geschah. Keine der meistens darauf zurückgeführten Bildungen in den Fleck-, Frucht-, Knoten-, Dipyr-, Chistolithschiefen und andern Gesteinen können als Contactproducte bezeichnet werden. Contactmetamorphose ist nur in örtlichen, sich in ziemlich engen Grenzen auf die Nähe der Ursache beschränkenden Veränderungen nachweisbar: Basalt und Kalkstein, Basalt und Kohle, Granit und Kalkstein. Diese Contactveränderungen sind durchaus verschieden von den Umwandlungen in den sog. metamorphen Schiefen.

5. Wenn wir Granit oder Gneiss als Ausgang für die metamorphen Gesteine ansehen, so bilden die Glimmerschiefer, die Frucht- u. a. Schiefer der gleichen Art nur die Zwischenglieder zwischen diesen beiden und dem Endresultat der Umwandlung, den echten Thonschiefen.

6. Die krystallinen Schiefer sind daher nicht aus Thonschiefen, sondern die Thonschiefer aus krystallinen Schiefen entstanden.

7. Nach 3 kann ein Granit entweder *in situ* zu einem Schiefer werden, oder ein aus seinen Mineralelementen zusammengesetztes klastisches Gestein wird dazu umgewandelt. Die Prozesse der Umwandlung sind die gleichen: denn das Material derselben ist auch gleich. Ob aber ein solches metamorphisches Gestein *in situ* gebildet wurde oder aus klastischem Gestein ent-

stand, dafür muss einmal sein geognostisches Vorkommen, dann aber die in ihm vorhandenen klastischen Bruchstücke den Beweis liefern.

8. Die ganz allmählig vor sich gehende Einwirkung zersetzender und umwandelnder Stoffe, verbunden mit mannigfachem Austausch und mit Dislocation zersetzter Masse vermag jedes Gestein in seinen einzelnen Mineralbestandtheilen zu metamorphosiren.

9. Auf die Bildung Glimmer-, Pinit-, Chlorit-, Talk-artiger Mineralien ist weitaus der grösste Theil der Umwandlungsthätigkeit gerichtet.

10. Ob auch eine Rückwärtsbildung stattfindet, so dass aus dem Glimmer etc. führenden Gesteine wieder Feldspath und andere Mineralien enthaltende, also granitähnliche Gesteine entstehen könnten, ist nicht erwiesen. Unmöglich sind solche Bedingungen nicht.

11. Dass es in der That Verwandlungsreihen gibt, dass diese Reihen nicht gleichmässige, sondern immer wechselnde Producte liefern, je nach der Verschiedenheit der wirksamen Stoffe und Kräfte, ist gewiss. In welcher Umwandlungsreihe ein Gestein sich befindet, ist nicht leicht zu entscheiden. Nur bei solchen Gesteinen, wie die Laven, können wir sicher sagen, dass sie in der ersten Umwandlung begriffen sind. Wäre die neuerdings von Knor ausgesprochene Ansicht richtig, dass der Granit als ein metamorphes Gestein aus trachytähnlichen Eruptivgesteinen anzusehen sei, so beginnt mit ihm eine zweite Umwandlungsreihe.

12. Durchaus wesentlich erscheinen für alle metamorphischen Gesteine ihre geognostischen Verhältnisse, sowie der Versuch über ihre frühere Bedeckung durch jetzt verschwundene Gebirgsglieder Aufklärung zu gewinnen. Gesteine, die länger als andere den unerreichbaren Kern einer Gebirgsmasse bildeten, müssen unverändert sein, während der äussere Mantel schon eine fortgeschrittene Zersetzung und Umwandlung zeigte.

13. Sogenannte Übergänge unveränderter Gesteine in metamorphische, wie sie verschiedentlich beschrieben werden, sind nichts anderes, als sich folgende Stadien eines und desselben Umwandlungsprocesses.

14. Daher ist die auffallende Übereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung auch zu erklären, die manche Thonschiefer und Chistolithschiefer und andere hierher gehörige Gesteine zeigen, und wie sie die GARIUS'schen Untersuchungen ergeben; die sich unmittelbar nahestehenden Zwischenglieder müssen nahe gleiche Zusammensetzung haben. Die End- und Anfangsglieder einer Umwandlungsreihe können ausserordentlich verschiedene, aber auch sehr wenig geänderte Zusammensetzung erhalten.

In diesen wenigen Sätzen sollen nur die Grundzüge der Ansichten über den Metamorphismus, wie sie sich uns bei dem Studium der Dünnschliffe sog. metamorphischer Gesteine aufdrängten, ausgedrückt sein. Wenn einige Beweismittel im Verlaufe der vorliegenden für einige dieser Punkte gegeben wurden, so bleibt dennoch, und ich wiederhole dieses gerne, eine nicht geringe Arbeit übrig. Im Anschlusse an die aus ähnlichen Gesichtspunkten den Metamorphismus beurtheilenden Arbeiten BOUÉ's, LYELL's, STUDER's und KEILHAU's erscheint die auf weitere Entwicklung der obigen Ansichten zu verwendende Arbeit vollkommen gerechtfertigt. Und so soll denn in der Folge Weiteres in dieser Richtung mitgetheilt werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1872

Band/Volume: [1872](#)

Autor(en)/Author(s): Lasaulx Arnold von

Artikel/Article: [Beiträge zur Mikromineralogie 821-856](#)