

Die Reisegesellschaft hatte nicht nur in Dr. Katzer einen ausgezeichneten und liebenswürdigen Führer gefunden, sondern wurde auch sonst durch das Entgegenkommen Sr. Excellenz des Herrn k. u. k. Reichsfinanzministers Stephan Freih. Burián v. Rajecz und des Chefs der bosnisch-herzegowinischen Landesregierung, Sr. Excellenz des Herrn Generals d. C. Johann Freih. v. Appel, von den Civil- und Militärbehörden in jeder Weise unterstützt.

Gewiss werden alle Geologen, die aus so vielen, auch fernen Staaten gekommen waren, um das durch die Culturarbeit der Monarchie erschlossene Bosnien zu besuchen, in angenehmer Erinnerung an die dort verbrachten Tage zurückdenken und für die Erweiterung ihres Gesichtskreises nicht nur in geologischer Beziehung allein dankbar sein.

### W. Hammer. Ueber die Pegmatite der Ortler Alpen.

In den Ortler Alpen, mit deren Aufnahme der Verfasser seit mehreren Jahren beschäftigt ist, ist einer der verbreitetsten und auffälligsten Gesteinstypen der Pegmatit, besonders im östlichen und südlichen Theile dieses Gebietes. Von der Meraner Gegend bis in die Val Camonica sind sie allenthalben zu treffen. Dabei werden hier mit inbegriffen die Muscovitgranite, beziehungsweise Granitgneisse und die aplitischen Ausbildungen, welche alle zusammen eine nicht voneinander zu trennende Gruppe bilden, wengleich hier auch zunächst das Hauptaugenmerk auf die eigentlichen Pegmatite gelegt wird.

Aus der Gegend von Meran wurden sie schon von C. W. C. Fuchs<sup>1)</sup> beschrieben und später von U. Grubenmann<sup>2)</sup> eingehender petrographisch untersucht. Dieses Meraner Gebiet ist aber nur ein kleiner Ausschnitt aus dem weitgedehnten Verbreitungsbezirke dieser Gesteine. In dem Ulten-Vintschgauer Kamm sind sie an seiner ganzen Erstreckung hin zu finden, besonders reichlich an den nördlichen Gehängen und gegen SW zu an Menge zunehmend. Ihre mächtigste Ausbildung haben sie aber im Martellthal.

Es ist bezeichnend für die Art des Auftretens im Martellthal, dass das Gestein von den ersten Beobachtern Mojsisovics und Ed. Suess<sup>3)</sup> als „Marteller Granit“ bezeichnet wurde, der domförmig in den Phylliten liege. Aber schon die petrographische Charakterisirung, welche Suess von ihm gibt, zeigt, dass es ganz dasselbe Gestein ist wie die Pegmatite des Vintschgau. Stache<sup>4)</sup> hat natürlich in seinen Aufnahmsberichten auch über diese Gesteine berichtet.

Von Ennwasser bis zur oberen Martelleralpe baut sich das rechtseitige Thalgehänge und von Salt an einwärts das linkseitige aus Pegmatit auf. Aber es ist nicht ein compacter, mächtiger Stock, sondern eine Folge von überaus zahlreichen übereinander

<sup>1)</sup> C. W. C. Fuchs. Die Umgebung von Meran. Neues Jahrb. für Min. etc. 1875, pag. 812. Mit einer Karte, in der die Pegmatite vollkommen falsch eingezeichnet sind.

<sup>2)</sup> U. Grubenmann. Ueber einige Ganggesteine aus der Gesellschaft der Tonalite. Tsch. M. M. 16. Bd., pag. 185. 1897.

<sup>3)</sup> Brief Ed. Suess'. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1865, pag. 207.

<sup>4)</sup> Stache. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1876, pag. 314; 1877, pag. 205. Stache und John. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1879, pag. 317.

folgenden Lagermassen, die aber an zahlreichen Stellen durch quer durchbrechende Gänge und Stöcke miteinander verbunden sind. Die Mächtigkeit der einzelnen Lager ist eine sehr wechselnde, von ganz geringer Mächtigkeit bis zu 100 und mehreren Hunderten von Metern, andererseits sinkt die Mächtigkeit bis zu wenige Millimeter dünnen Aederchen herab. Gegen die obere Grenze der Einlagerungen zu werden die Gänge immer schwächtiger, während die Thalschlucht in die Massenlager eingeschnitten ist, den rauhen landschaftlichen Charakter derselben bedingend, im Gegensatze zu den sanfteren Gehängeformen der die Höhen bildenden Phyllite.

An jener Region der obersten Gänge kann man auch die Lagerungsverhältnisse am besten erkennen, sowohl wegen der Kahlheit der Hänge als auch der kleineren Dimensionen der Gänge. Ein Schaustück in dieser Hinsicht sind die Wände, die sich südlich über der oberen Flimalpe hinziehen, besonders die Steilwände über dem oberen See: An der fast senkrechten, kahlen, hohen Felswand heben sich die hellen, massig struirten Pegmatite sehr gut von den schiefrigen Gneissen ab, die von einem Netzwerk concordanter und quer durchlaufender Pegmatitgänge durchzogen werden.

Eine ähnlich günstige Beobachtungsstelle sind die Südhänge und Wände der Laaserspitze.

Die Thalsohle des Martellthales hat bei Gand eine Sechöhe von rund 1200 *m*, die höchsten Pegmatite liegen ober dem Flimsee bei ungefähr 2800 *m*, die dazwischenliegenden Hänge bestehen zum stark überwiegenden Theile aus Pegmatit. Alle die begleitenden Schiefer sowie die Lagergänge fallen mit wechselnder Neigung gegen SO ein. Am Laaserspitz ziehen die Gänge bis nahe unter den 3303 *m* hohen Gipfel, sind hier jedoch von den grossen Lagern der unteren Gehänge durch grössere Schiefermassen getrennt.

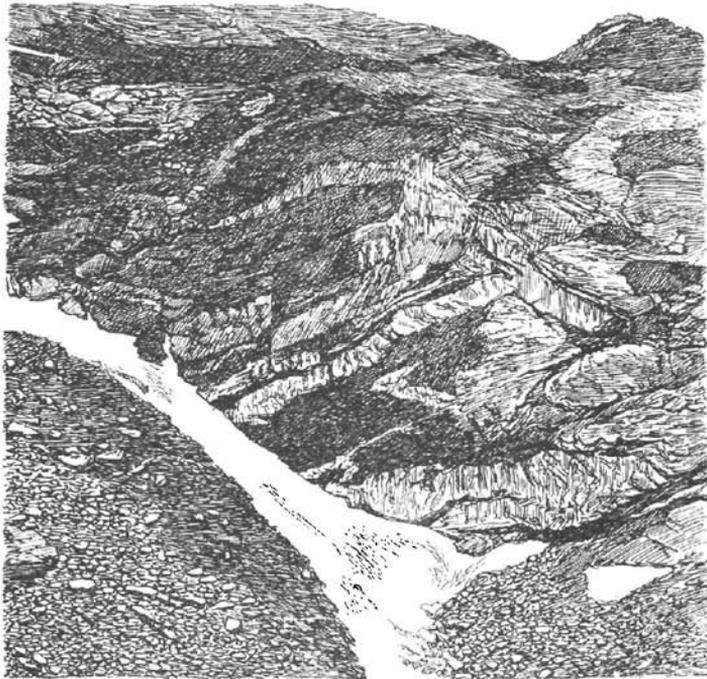
Dieses Marteller Gebiet stellt gewissermassen einen Centralherd dieser Gesteine dar. An dem Nordgehänge des Ulten-Vintschgauer Kammes treten sie in Schwärmen und auch in vereinzelt Vorkommnissen auf, an der Südseite desselben Kammes sind sie überhaupt selten. Alle diese Pegmatite wurden nur in concordanter Einlagerung in den Schiefen beobachtet<sup>1)</sup>, ihre Mächtigkeit ist durchwegs eine geringere als die grossen Lager des Martellthales; Mächtigkeiten von 1—10 *m* sind die herrschenden und öfter trifft man solche, die unter dieses Mass herabgehen, als solche, die es überschreiten. Auch locales Anschwellen und andernorts Einschnüren ist dort und da zu sehen, besonders bei kleineren Lagern. Besonders viele Pegmatite trifft man am Nordfusse des Gebirges, so am linken Ufer des Tarscher Grabens — hier ist eine Folge von 7 oder 8 dicht übereinander folgenden aufgeschlossen — und südlich von Naturns gegen NO durchziehen sie hin und hin die untersten Gehänge bis Forst bei Meran. In sehr grosser Menge treten sie dann an der schönen Blais ober Latsch auf; auch im oberen Theile des Tarscher Grabens sind zahlreiche Lager

<sup>1)</sup> Im oberen Theile des Marlingerjoches (Weg von Quadratsch zur Seerestaurations auf dem Joch) wurden ein paar Pegmatite getroffen, die ihren Dimensionen nach vielleicht durchgreifend sind; der angrenzende Gneiss ist nicht aufgeschlossen.

aufgeschlossen, die hier in engem Contacte mit Muscovitgneissen und quarzitischen Augengneissen stehen, über deren Beziehungen zueinander später gesprochen werden wird. Dieser Complex zieht sich über mehrere Gräben bis gegen die obere Marzaunalpe. Auf der Südseite des Gebirges ist ausser vereinzelt Fundstellen nur das Gehänge ober St. Walburg etwas reicher mit Pegmatiten ausgestattet.

Diese Pegmatitvorkommen erreichen übrigens bei Meran durchaus nicht ihr nordöstliches Ende, sondern ziehen sich noch nördlich des Iffinger und Brixener Granitstockes bis ins Tauferer- und Iselthal

Fig. 1.



Pegmatitgänge ober dem oberen Flimsee.

hinüber, wie aus den Arbeiten von Teller, Becke und anderen bekannt ist.

Ein zweites, mit dem eben beschriebenen in Verbindung stehendes Hauptverbreitungsgebiet findet sich dann im südlichen Theile der Ortlergruppe. Es ist dies die Gebirgsgruppe zwischen dem Thal von Pejo (Val del Monte) und der Tonaletiefenfurche. Das Auftreten ist hier insofern von dem Martellergebiete verschieden, als derartige grosse geschlossene Lagermassen wie dort nicht auftreten. Dafür sind aber die ganzen krystallinen Schiefer, welche diese Berge aufbauen, umso dichter von unzähligen kleinen Lagern bis zu feinsten Aederchen herab durchzogen. Diese Durchäderung ganzer grosser Schichtcomplexe

ist besonders an den Gehängen von Fucine bis tief in die Val Saviana hinein und hinauf zur Cima di Boai anzutreffen, während der weite Hintergrund der Val di Strino sich durch sehr zahlreiche kleine Lager und Gänge bemerkenswerth macht. Dieser Verbreitungsbezirk setzt sich gegen Westen über Val Albiolo und den Monte Tonale in die Val Camonica fort, wo solche Gesteine in den nördlichen Seitenthälern Val Canè, Val Grande, Val di Mortirolo auftreten und hinüberleiten zu den bekannten Pegmatiten des Veltin. Gegen NO dagegen findet das Tonalegebiet seine Fortsetzung in dem von pegmatitischen Lagern reich durchzogenen Schichtcomplex, der von Celedizzo über den Cercenpass bis nach Rabbi führt. Dort endet er mit den Vorkommen von Stabun. Mehr isolirt treten neben diesen grössere Massen im unteren Theile der Val della Mare (nördlich Cogolo) auf und ebenso der Muscovitgranit der Klappberger Kachelstuben mit seiner theilweise pegmatitischen Structur sowie ein paar Pegmatitgänge am Klappbergerjoch.

Mitherein zu diesen Gesteinen gehören aber die Muscovitgranitgneisse, die südlich Rabbi auftreten, wie auch im Vintschgau-Ultener Kamm mehrere derartige neben den eigentlichen Pegmatiten auftreten.

Wir stehen also hier mitten in einer weit ausgedehnten Verbreitzone von pegmatitischen Gesteinen, welche vom kärntnerischen Südrhang der Hohen Tauern bis in die Gegend des Comersees reicht.

Der petrographischen Beschaffenheit nach haben wir es bei den Pegmatiten der Ortlergruppe vorwiegend mit Muscovitpegmatit zu thun. Er zeigt blaugrauen Mikroklin, weissen Plagioklas, Quarz und grosse Muscovitafelchen. Die Feldspäthe zeigen seidenglänzende Spaltflächen. Granat in rundlichen, weinrothen Körnern und Biotit sind gelegentlich daneben vorhanden. Der Biotit ist meistens nicht so gross entwickelt wie der Muscovit: ich beobachtete ihn besonders an den Rändern der Gänge, auch eingewachsen in Kaliglimmer traf ich ihn. Der Glimmer ist derjenige Bestandtheil, der am ehesten noch eine krystallographische Umgrenzung zeigt; sechsseitige Tafelchen sind nicht selten zu finden. Feldspath und Quarz sind in unregelmässig ineinandergreifenden Körnern ausgebildet; eher zeigt noch der Feldspath selbständigere Begrenzung als der Quarz.

Eine Abart stellt die Combination Feldspath, wenig Quarz, Granat und wenig Muscovit dar; sehr häufig und besonders in kleineren Gängen erscheint nur Feldspath und Quarz als Bestandtheil; endlich finden sich auch reine Quarzgänge, die durch ihre Verbindung mit deutlich pegmatitischen Gängen als zu diesen gehörig sich erweisen. Ziemlich verbreitet sind endlich auch Turmalinpegmatite, die meist wenig Glimmer enthalten. Der Turmalin zeigt schlecht ausgebildete prismatische Formen ohne Endflächen, oft ist er auch zu ganz unregelmässigen Knollen geformt. Gelegentlich treten aber auch neben Turmalin noch in normaler Menge grosse Muscovitblätter auf.

Die Korngrösse ist eine sehr wechselnde, ebenso wie der Mineralbestand ein sehr schwankender ist. Beides zusammen ergibt

Uebergänge in rein granitische und granulitische Formen. Die häufigste Korngrösse der echt pegmatitischen Arten ist etwa 1—3 cm Durchmesser der Körner; ich fand aber auch Feldspath- und Quarzknollen bis zu Kopfgrösse, Glimmerblätter von 6—8 cm Durchmesser und faustgrosse Turmaline als Maximum der Grobkörnigkeit, zum Beispiel am oberen Flimsee und an den Hängen südlich von Latsch. Die grossen Lager an den unteren Thalhängen des Martellthales dagegen zeigen vorwiegend eine als grobkörnig granitisch zu bezeichnende Structur, ja bis zur Kleinkörnigkeit sinkt hier stellenweise die Korngrösse herab besonders in glimmerfreien oder sehr glimmerarmen Varietäten, die dann den Charakter von Apliten zeigen. Auch in dieser Hinsicht erscheinen also hier die grossen Massen des Martellthales als ein Centralherd dieser granitisch-pegmatitischen Intrusion, und nicht minder bestätigt sich dadurch die Verwandtschaft und wohl auch der enge genetische Zusammenhang mit Muscovitgranitgneissmassen, welche an der Nordseite des Ulten-Vintschgauer Kammes und bei Rabbi in die Schiefer intrudirt auftreten.

Unter dem Mikroskop bestimmte Grubenmann den Plagioklas als Andesin. Im Turmalinpegmatit fand ich Oligoklas. Der Mikroklin dieses Schörlpegmatits zeigt nicht durchwegs die Gitterstructur, manche Theile desselben entbehren derselben und es zeigt sich, dass die Gitterstructur gerade dort auftritt, wo stark undulöse Auslöschung und kataklastische Structur des Mikroklin hochgradige dynamische Einwirkung anzeigen. Wenn nun Sauer <sup>1)</sup> bei den sächsischen Pegmatiten und Brögger <sup>2)</sup> in den südnorwegischen gefunden haben, dass gerade die in Drusenräumen frei aufgewachsenen Mikrokline vorwiegend ohne die Gitterung erscheinen, so spricht das wohl dafür, dass hier beim Mikroklin ein ähnliches Verhältnis vorliegt, wie das von Lehmann <sup>3)</sup> beobachtete Auftreten von Gitterstructur am Orthoklas in Folge von Druck. Der Quarz erscheint in den Pegmatiten in mosaikartig zusammengesetzten Feldern und auch eingeschlossen im Feldspath. An Menge steht er letzterem nach. Der Turmalin zeigt streifige Färbung, *e* violett und röthlichgrau, *o* dunkelultramarin, beziehungsweise dunkelmoosgrün. Der Granat ist u. d. M. blassröthlich. Grubenmann erwähnt auch bräunlichen Korund als Bestandtheil des Pegmatits vom Tappeinerweg in Meran. Schriftgranitische oder myrmekitische Verwachsung von Quarz und Feldspath, die nach Rosenbusch sonst sehr charakteristisch für diese Gesteine ist, beobachtete ich nicht und auch Grubenmann gibt nichts davon an.

Als eine secundär erworbene Ausbildung sind die durch Druck geschieferten Pegmatite anzuführen. Das erste Stadium der Druckmetamorphose ist eine linsenförmige Zerspaltung des Gesteines, wobei die Linsen an sericitische glatte Rutschflächen aneinander verschoben

<sup>1)</sup> Sauer. Erläuterungen zur geol. Specialkarte von Meissen. Leipzig 1889, pag. 23.

<sup>2)</sup> Brögger. Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Nephelin- und Augitsyenite. Groth, Z. f. Kr., 16. Bd., pag. 561.

<sup>3)</sup> Lehmann. Ueber die Mikroklin- und Perthitstructur der Kalifeldspäthe etc. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, 1885, pag. 92.

sind. U. Grubenmann beschreibt derartige Pegmatite von dem Tappeinerwege bei Meran. Einen höheren Grad von Druckeinwirkung ruft dann eine augengneissähnliche Structur hervor. Uebergangsformen zeigen eine flaserige, schwach linsenförmige Zertheilung des Gesteines, aus dessen gleichmässig grobkörniger Masse einzelne grössere Feldspäthe sich herausheben. Ein Complex von metamorphen Pegmatiten, an dem verschiedene derartige Umformungen zu sehen sind, ist jener Zug von Pegmatit und seinen Derivaten in Verbindung mit quarzitischen und gneissigen Gesteinen, der von der oberen Marzaun-alpe (Nordseite des Ulten-Vintschgauer Kammes, südlich Kastelbell) über die obere Freibergeralpe und über den Tarschergraben bis zur Latscheralpe reicht. Es wechsellagern hier — ein besonders gutes Profil gibt der östliche Quellast des Tarschergrabens — grobkörnige Muscovitgneisse, reine Quarzite und felsitische Gesteine mit jenen augengneissähnlichen Derivaten der Pegmatite; gegen Osten zu gehen eigentliche glimmerarme Muscovitgranitgneisse daraus hervor, gegen Westen bilden die mächtigen Pegmatitlager der Latscheralm ihre Fortsetzung im Streichen. Ob die letzteren aber in directem Zusammenhange stehen, konnte ich nicht constatiren.

Die obengenannten Augengneisse sind feinkörnige, graue, quarzreiche Gesteine, in denen rundliche Feldspathkörner bis zu 1 cm Grösse, meist aber nur 4—5 mm gross, oft mit glänzenden Spaltflächen hervortreten. Das Gestein zeigt Schieferung, oft auch Streckungsstructur. Im Dünnschliffe erblickt man eine hochgradig kataklastische Structur. Die rundlichen Feldspathaugen sind zertrümmert und haben sehr undulöse Auslöschung. Oft ist ein Theil des Auges in ein feines Zerreibsel von Feldspath (durch Färbung als solcher erkennbar) aufgelöst, der mit der Umgebung verschmelzt, und an anderen Orten sind vom „Einsprenglings“-Feldspath noch kleine Trümmerchen in der geschieferten „Grundmasse“ zu sehen. Der Quarz ist in Flasern angeordnet; es treten aber auch grössere Nester von Quarz auf, die vielleicht auf zertrümmerte, aber noch ausgewalzte grosse Quarzkörner zurückzuführen sind. Der Feldspath hat meist die Lichtbrechung und die maximale Auslöschungsschiefe eines Albits. Daneben ist aber auch Kalinatronfeldspath vorhanden, da die Boricky'sche Probe eines Einsprenglings Kieselfluornatrium und auch beträchtlich Kieselfluorcalcium aufwies. Viellingslamellirung ist selten zu sehen, ebensowenig Karlsbader Zwillinge. Daneben sind in einem Schliffe auch Orthoklaskörner wahrscheinlich vorhanden. Auf den Schieferungsflächen ist Biotit und Muscovit in geringer Menge zu sehen.

Jene kataklastischen Erscheinungen führen zu dem Schlusse, dass diese Augengneisse durch Druck aus den grobkörnigen Muscovitgneissen, beziehungsweise aus glimmerarmen Pegmatiten hervorgegangen sind. Ein solches Hervorgehen von Augengneissen aus pegmatitischen Gesteinen beschreibt Link<sup>1)</sup> von den Pegmatiten des

<sup>1)</sup> G. Link. Die Pegmatite des oberen Veltlin. Jenaische Zeitschrift für Naturw., 33. Bd., 1900, pag. 345.

Veltlin und illustriert es durch ein paar instructive Bilder. Im Uebrigen hat schon J. Lehmann<sup>1)</sup> derartige Umformungen von ehemals grobkörnigen Gesteinen zu Augengneissen, beziehungsweise Augengranuliten beschrieben.

Als Ergebnis stärkster Dynamometamorphose gehen aber eigenthümliche Muscovitschiefer und Sericitschiefer-ähnliche Formen hervor. Man trifft solche Typen z. B. am Gehänge des Monte Polinar ober dem Bade Rabbi, am Gehänge ober Vermiglio u. a. O. Erstere sind von weisser, hellblaugrauer Farbe von gneissig-schuppiger bis feinschiefriger Structur; aus der dem freien Auge äusserst feinkörnig bis dicht erscheinenden Grundmasse treten einzelne grosse zerbrochene und verdrückte Muscovite hervor in spärlicher Vertheilung. Sehr feine Muscovitschüppchen (Sericit) sieht man auch in der anderen Gesteinsmasse in Menge vertheilt. Bei manchen besonders schiefrigen deckt grünlicher Sericit die Schieferflächen. Im mikroskopischen Bilde ist noch die oben besprochene „Augengneisstruktur“ bis zu gewissem Grade erhalten. Die Feldspäthe sind fast allein noch in grösseren Körnern erhalten geblieben, während der Quarz fast ganz zu einem feinkörnigen Aggregat zerdrückt ist. Einzelne grössere Körner und ihre Verbindung mit dem Mörtelaggregat bearkunden noch die frühere Form. Daneben tritt in Adern und Nestern neugebildeter Quarz auf, der keine Kataklase zeigt, nur gelegentlich undulöse Auslöschung und in mittelgrossen, wenig ineinander greifenden klaren Körnern ausgebildet ist. Aber auch die grossen Feldspäthe sind zersprungen, die Lamellensysteme vielfach verbogen oder geknickt. Es ist Oligoklas und Orthoklas, nur selten ist noch Mikroklin zu sehen. Der Muscovit ist, wie makroskopisch auch mikroskopisch, einerseits in grossen primären Blättchen vorhanden, andererseits in feinen Schüppchen und in Form von Sericit als Zersetzungsproduct neben ebenfalls reichlich vorhandenem Epidot und Boisit.

Ueber die Bildung der Pegmatite wurden bekanntlich zweierlei Ansichten aufgestellt: die Lateralsecretionstheorie, die besonders Credner<sup>2)</sup> vertrat, und die schon von Charpentier und Naumann aufgestellte und später besonders von J. Lehmann<sup>3)</sup> und W. C. Brögger<sup>4)</sup> vertretene Ansicht von der intrusiven Natur der Pegmatite unter Betonung der starken Mitwirkung von Wasser und anderer „Mineralbildner“. Es ist unnöthig, hier auf die zahlreichen Vertreter der beiden Ansichten einzugehen, da diesbezügliche Zusammenstellungen schon bei Brögger und Williams<sup>5)</sup> vorliegen.

Williams hat auch gezeigt, dass beide Arten der Entstehung nebeneinander bestehen können, indem er bei den Pegmatiten des

<sup>1)</sup> J. Lehmann. Unters. über die Entstehung der altkrystallinen Schiefer etc. Bonn 1884, pag. 202.

<sup>2)</sup> Credner. Die granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges. Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges. 27. u. 34. Bd.

<sup>3)</sup> W. C. Brögger. Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der süd-nordwestischen Augit- und Nephelinsyenite. Grothr. Zeitschr. f. Kr. Bd. 16, pag. 215 u. ff.

<sup>4)</sup> J. Lehmann. Ueber die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine etc. Bonn 1884, pag. 24 u. ff.

<sup>5)</sup> G. H. Williams. Gen. rel. of the granitic rocks in the middle atlantic Piedmont plateau. 15. ann. report U. S. geol. survey. Washington 1895, pag. 675 u. ff.

Piedmont (Maryland) Secretionspegmatite und intrusive Pegmatite unterscheidet.

Wenden wir die von den verschiedenen Autoren gegebenen Kriterien für die Genesis auf unsere Pegmatite an, so ergibt sich, dass diese sicher durchaus intrusiven Ursprungs sind.

Dass sie nicht auf dem Wege der Lateralsecretion entstanden, dafür spricht Folgendes: Es besteht keine Abhängigkeit in der Zusammensetzung dieser Pegmatite von den Nebengesteinen; sie sind nicht nur im Gneiss und im Phyllit gleich, sondern auch die allernächste Nähe der Kalklager ist ganz ohne Einfluss geblieben. Des weiteren ist durchaus keine symmetrische Anordnung der Gemengtheile im Gang zu bemerken; auch ein randliches Anschliessen wohl ausgebildeter Krystalle in der Richtung gegen die Mitte des Ganges ist nicht vorhanden. Es wurde im Gegentheil bei einzelnen Gängen im Martellthale ein randliches Feinerwerden des Kornes beobachtet. Endlich spricht gegen eine secretionäre Bildung im Sinne Credner's schon vor Allem die gewaltige Mächtigkeit und die horizontale Ausdehnung der Gänge. Speciell im Martellthale stünde ja die Menge der aus den circulirenden Wässern abgesetzten Mineralbildungen in gar keinem Verhältnis zu der Menge des Gesteines, das ausgelaugt worden sein sollte. An manchen Stellen würde die Menge des ersteren bedeutend über letztere überwiegen, wenn man nicht eine meilenweite Herleitung annimmt.

Dagegen spricht für die intrusive Natur vor Allem die enge Verbindung mit den Muscovitgraniten dieser Gegend. Es nehmen ja auch die Pegmatite im Martell oft den Habitus eines grobkörnigen Granits an. Auch die zwischen Pegmatit, Muscovitgranitgneiss und Augengneiss schwankende Gesteinsserie, die von der Latscheralm zur Freibergeralm und oberen Marzaunalpe zieht, ist hier bemerkenswerth. In erster Linie sind es aber die weiter unten beschriebenen Contactwirkungen, welche auf den magmatischen Ursprung des Gesteines hinzeigen. Dass die Lagerungsverhältnisse auf eine intrusive Entstehung hinweisen, ist durch die quer durch die Schichten durchbrechenden Gänge, zum Beispiel auf der Flimalpe und am Laaser-spitz, dargethan. Allerdings kann andererseits nicht geleugnet werden, dass die fast durchwegs concordante Einlagerung im ganzen vom Martellthale nordöstlich gelegenen Gebiete auffallend ist. Es legt das den Gedanken nahe, sich die Bildung so vorzustellen, wie Reyer<sup>1)</sup> die Entstehung der Intrusionen erklärt, nämlich als eruptive Ergüsse, wechsellagernd mit zwischen ihren Eruptionen auf ihnen sich ablagernden Sedimentdecken. Gegen diese Auffassung spricht aber vor Allem die Structur der Pegmatite, die weit verschieden von der von Ergüssen ist, und weiters auch die Lagerungsverhältnisse, indem die Lager an vielen Orten, besonders zum Beispiel im Gehänge des Boai, dann am Cercenpass, im Saltgraben, am Ausgange des Kellerberggrabens bei Naturus u. a. O. durch eine dichte Durchschwärmung und Durchtränkung des Hangenden und Liegenden mit pegmatischem Magma deutlich seinen intrusiven Charakter zum Ausdruck bringen.

<sup>1)</sup> Reyer. Theoretische Geologie 1888, pag. 142.

Auf diese Injectionszonen wird noch weiter unten zurückgekommen werden.

Eine solche innige Durchdringung des umgebenden Gesteines ist am besten auf pneumatolytische Einwirkungen zurückzuführen, das heisst durch eine starke Betheiligung von Wasser und anderen Mineralbildnern, welche nach übereinstimmendem Urtheile der meisten Autoren den Pegmatiten ihren charakteristischen, von anderen Gängen abweichenden Habitus verleihen, und dies ist jedenfalls auch bei den vorliegenden der Fall. Dem entspricht das häufige Auftreten von Turmalin, die wechselnde Zusammensetzung und vor Allem auch die Grobkörnigkeit. Brögger erklärt letzteres durch eine hochgradige Durchwärmung des umgebenden Gesteines. Williams verweist aber darauf, dass ein Magma auch in kurzer Zeit grobkörnig erstarren kann, wenn durch die Anwesenheit sehr grosser Mengen jener Mineralbildner die Molecularbewegung und damit das Wachsen von Krystallen hinreichend erleichtert ist, wodurch die Annahme einer besonderen Durchwärmung des Nebengesteines und dadurch Ermöglichung langsamen Auskrystallisirens unnöthig wird. Holland <sup>1)</sup>, der die indischen Pegmatite untersucht hat, behält die Langsamkeit des Auskrystallisirens für die Bildung pegmatitischer Structur bei der Erklärung der Genesis bei, von dem Umstande ausgehend, dass, je wasserreicher ein Magma ist, es bei umso niedriger Temperatur noch flüssig bleibt.

Gleichwohl hat hier doch auch eine Durchwärmung des umgebenden Gesteines stattgefunden, indem die Ausbildung und Anreicherung von Turmalin in den umgebenden Gesteinen zeigt, dass diese von den vom Magma ausgehenden Gasen durchzogen und dadurch durchwärmt wurden, welche dergestalt eine die Wärme zurückhaltende Hülle um die Gänge und Adern bildeten.

Je nach dem Gehalt an Mineralbildner variirt die mehr granitische oder mehr pegmatitische Ausbildung des Gesteines.

Holland glaubt, dass durch sehr hohe Wasserhaltigkeit schliesslich Gänge entstehen können, die den hydatogenen Bildungen im Sinne Credner's im Habitus entsprechen.

Lehmann und andere haben gezeigt, dass beim fortschreitenden Process der Verfestigung eines Magmas der noch flüssige Rest immer mehr sauer und immer leichtflüssiger wird durch eine Anreicherung an Wasser und anderen Mineralbildnern und derartigen Resttheilen von Magmen entsprechen die Pegmatite. Diese Leichtflüssigkeit des injicirten Magmas kann auch als Erklärung für das Vorwiegen der Einlagerung zwischen den Schichtflächen des Gesteines als Richtungen geringsten Widerstandes angenommen werden gegenüber den seltenen Fällen des Durchbrechens der Schichten.

Als Mineralbildner ist hier hauptsächlich das Wasser anzusehen, denn von der Masse jener seltenen Mineralien, welche in anderen Pegmatiten, zum Beispiel den südnorwegischen, durch die anderen Mineralbildner erzeugt wurden, ist bei unseren Vorkommen so viel wie nichts zu sehen. Die Turmaline zeigen die Betheiligung von B,

<sup>1)</sup> Th. Holland. The Mica Deposits of India. Mem. of the Geol. Surv. of India. Vol. XXXIV, 2. Theil. Calcutta 1902, pag. 33.

der Apatit in den Contactzonen die Beteiligung von *P*. Die Annäherung an granitischen Charakter lässt annehmen, dass wenigstens bei den grossen Massen des Martellthales die Anreicherung des Magmas mit den Mineralbildnern noch nicht sehr gross war, das Magma also noch einen mehr dem normalen Zustande der granitischen Magma genäherten Charakter besass; in den anderen kleineren Massen dagegen dürfte mehr die typisch pegmatitische Zusammensetzung des Magmas bestanden haben.

In den Ostalpen sind übrigens Pegmatite, deren intrusiver Charakter schon an der Lagerung deutlich erkennbar ist, schon von den Rieserfernern durch Löwl und Becke bekannt geworden. Auch im Erzrevier von Hüttenberg in Kärnten durchstreichen die Pegmatite gangartig die Kalke, während sie im Gneiss und Grünschiefer eher lagerförmige Form annehmen<sup>1)</sup>.

Welche Contactwirkungen haben nun diese Gesteine auf die umgebenden Gesteine ausgeübt? Zieht man die massenhafte Verbreitung und ihre stellenweise grosse Mächtigkeit in Betracht, so möchte man vermuthen, dass weit herum die ganzen Schiefer und Kalke dadurch metamorphosirt worden wären, und Weinschenk<sup>2)</sup> sieht diese Schiefer ja auch als contactmetamorph an. Die genauere Untersuchung des ganzen Gebietes bestätigt dies aber meiner Ansicht nach nicht. Wohl ist Contactmetamorphose vorhanden und an verschiedenen Punkten deutlich zu erkennen, ihre Ausbreitung ist aber eine weniger ausgedehnte, denn sie beschränkt sich auf die allernächste Umgebung der Pegmatite. Charakteristisch für sie ist ihre Unbeständigkeit. An vielen, ja an der Mehrzahl der Gänge wohl ist makroskopisch zum mindesten keine deutliche Umänderung zu sehen, während sie bei ganz benachbarten Gängen wieder vorhanden ist. Auffallend ist dies zum Beispiel bei den Kalken, die das eine Mal eine sehr kräftige Umwandlung erlitten haben, ein anderes Mal keine Spur einer solchen zeigen. Dabei ist das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein durchaus nicht von der Mächtigkeit der Gänge abhängig; gerade die grossen granitähnlichen Lager zeigen an verschiedenen Orten keine Contactbildungen. Die stärkste Contactwirkung ist dort hervorgerufen worden, wo eine bis ins feinste gehende Vertheilung des Magmas in den Schiefen stattgefunden hat. Dies ist besonders schön zu sehen in dem Gehänge der Cima Boai gegen das Vermigliothal hinab. Hier ist ein Schichtcomplex von 5—6 km Erstreckung im Streichen und ungefähr 1—2 km Mächtigkeit (möglicherweise nicht erkennbare, ganz zusammengeklappte Fältelungen machen die Mächtigkeitsschätzung zu einer unsicheren), hie und da aufs dichteste von Pegmatit durchtränkt; an beliebig vielen Stellen sieht man, wie einzelne dieser Gänge sich in immer dünner werdende Adern zwischen die Schieferblätter auflösen bis zu Millimeter dünnen Aederchen. Durchgreifende Lagerung ist, so weit es sich eben nicht um Verästelungen handelt, selten zu sehen; dieselbe Erscheinung in beschränkterer Ausdehnung ist aber auch am Monte

<sup>1)</sup> Baumgärtel. Der Erzberg von Hüttenberg in Kärnten. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1902, pag. 219.

<sup>2)</sup> Weinschenk. Die Tiroler Marmorlager. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1903, pag. 131.

Mezzolo und Redival, an der Pegmatitzone des Cercenpasses und anderen Orten zu sehen. Auf einer derartigen Durchtränkung der Schiefer mit Magma beruht es auch, dass viele Pegmatitgänge gar keine scharfe Abgrenzung gegen das umgebende Schiefergestein haben. Es zeigen sich am Rande des massigen Pegmatits kleine Schieferblätter in dem hier oft überhaupt glimmerreicheren Pegmatit, dann nimmt die Pegmatitmasse noch mehr ab, die Schieferlamellen gewinnen an Ausdehnung und Mächtigkeit, die Pegmatitlagen selber zeigen parallele Anordnung der Glimmer und so wird ein Uebergang zwischen Pegmatit und Gneiss durch eine solche randliche Injection hervorgerufen. Bemerkenswerth ist dabei, dass dort, wo in grosser Ausdehnung eine so feine Vertheilung des Magmas im Schiefer stattgefunden hat, grosse Lager fehlen; in der Boaigegend sind die grösseren Gänge durchschnittlich höchstens ein paar Meter stark; dort, wo sehr grosse Lager sind, wie im Martellthal, beobachtete ich eine solche Zersplitterung der Injection nur in ganz geringem Ausmasse am Rande einzelner dieser Lager. Es hat sich also das Magma das eine Mal geschlossen in grosser Masse in einzelne Aufspaltungsräume eingeschoben, während das andere Mal sich die ganze Magmamasse in eine jedenfalls stark zerrüttete und vielfach aufgeblätterte Schiefermasse zertheilte und in unzählige Adern und Aederchen verlor.

In solchen Durchtränkungszoneen nun ist es auch bei wenig ausgedehnter Contactwirkung möglich, dass ganze Schichtcomplexe dadurch eine höhere krystalline Ausbildung zeigen; der Hauptfactor dabei ist aber die zugeführte Masse selbst, weniger die Umformung der Schiefer.

Betrachtet man diese mit Pegmatitmagma durchtränkten Schiefer, zum Beispiel des Boaigehanges, so unterscheiden sie sich makroskopisch von den gewöhnlichen Gneissphylliten durch eine höhere krystalline Ausbildung. Das Korn ist grösser, die einzelnen Mineralien besser ausgebildet. Als ein Zeichen von Umänderung im Mineralbestand ist der starke Biotitgehalt anzusehen, der neben dem Muscovit nur ganz wenig oder gar nicht vorhanden ist, während die diese Berge aufbauenden Gneissphyllite Biotit und Muscovit in ziemlich gleicher Menge oder noch öfter mehr Muscovit als Biotit enthalten; der Biotit ist in jenen contactmetamorphen Gesteinen in grossen, öfters sechsseitigen Blättchen entwickelt, die sich zu Fasern oder Lagen vereinigen. Auf der Alpe Borghe und deren Hänge gegen Celedizzo zeigt das Contactgestein eine feinkörnige Structur; die Schichtung ist nur schwach noch angedeutet, auch Biotit ist in kleinen Schüppchen ausgebildet. Wo das ursprüngliche Gestein einen mehr gneissigen Charakter hatte, zeigt das Contactgestein nur noch wenig schuppige oder schuppig-körnige Structur; bei feinschiefrigen Gneissen und dort, wo die Phyllite mit Pegmatit durchdrungen wurden, wie zum Beispiel am oberen Flimberg, ist eine Lagenstructur daraus hervorgegangen.

Die quarzitischen Lagen, die am Monte Mezzolo in dem Bereiche der Pegmatitjection sich befinden, zeigen eine grobkörnige, eigenthümlich zellige Structur.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Contactgneisse be-

obachtete ich besonders in Schlifften von Gesteinen aus dem Boai-gebiete jene rundlichen einfachen Umgrenzungsformen der Quarz- und Feldspathkörner, die für Contactgesteine charakteristisch sind. Auch die tropfenförmigen Einschlüsse eines Bestandtheiles in anderen sind dort und da zu sehen. Jedoch ist diese Contact-structur durchaus nicht immer in deutlicher Ausbildung vorhanden. Der viele Biotit ist meistens auch im Dünnschliffe parallel der Schieferung des ganzen Gesteines geordnet. Am deutlichsten und in Verbindung mit einer richtungslosen Structur traf ich sie an einem Schliffe vom Monte Mezzolo, vom unmittelbaren Rande einer Pegmatitader. Dieses Contactgestein besteht hauptsächlich aus Feldspath (Oligoklas-Andesin und wenig Kalifeldspath). Daneben sehr viel Granat, der oft skeletartige Formen mit geflossenen Umrissen und sehr zahlreiche Einschlüsse aller anderen Bestandtheile zeigt. Biotit in richtungsloser Anordnung ist etwa der dritte an Quantität; Quarz ist nur wenig zu sehen. Auch die körneligen Gneisse ober Celedizzo zeigen Ansätze zur Bildung von Pflasterstructur in den „geflossenen“ Umrissen einzelner Bestandtheile; der Feldspath zeigt in ihnen aber meistens eine eigenthümlich länglich rechteckige Form, wobei die geraden Kanten an den Biotitblättern anliegen. Es gewinnt den Anschein, als ob ihr geradliniger Verlauf durch die Nachbarschaft der ersteren bedingt sei und dadurch die Ausbildung der gewöhnlichen Pflasterstructur bei der Umkrystallisirung verhindert worden sei.

Jener Quarzit vom Monte Mezzolo zeigt keine Contactstructur an seinen grossen Quarzkörnern. Der spärliche Biotit ist parallel geordnet und es ziehen die losen Biotitreihen ohne Rücksicht auf die Grenzen der Quarzkörner durch, bald in, bald zwischen den Quarzen liegend, also eine Art helicitischer Structur darstellend.

Als Umänderung im Mineralbestand ist, wie schon oben bemerkt, die Bildung von Biotit wichtig. Der Feldspathgehalt ist ein sehr schwankender; dort, wo so auffallend viel Feldspath ist, wie an dem obengenaunten Gestein vom Monte Mezzolo, ist entschieden eine Neubildung von Feldspath oder, was mir wahrscheinlicher scheint, eine directe Zuführung aus dem Pegmatit anzunehmen. Die vorhandenen Feldspäthe sind in erster Linie saure Plagioklase (Oligoklas meist) und dann Orthoklas. Mikroklin beobachtete ich, trotzdem er ein Bestandtheil des Pegmatits ist, nur sehr selten. Der sehr verbreitete Granat ist jedenfalls nur selten als Contactbildung entstanden, da er in krystallinen Schiefen dieser Gegenden eine ganz allgemeine Verbreitung als mikroskopischer und oft auch als makroskopischer Gemengtheil aufweist.

In den injicirten Schiefen von Malga Boai im Val Saviana findet sich im Quarz massenhaft in Büscheln und Zöpfen Sillimanit eingeschlossen. — Der Phyllit, welcher am oberen Flimsee mit dem Pegmatit in Contact tritt, zeigt mikroskopisch Lagenstructur. Lagen von pflasterähnlich geformten Quarzkörnern wechseln mit solchen von Feldspath und Biotit, letzterer in regelloser Anordnung. Der blassgefärbte Glimmer ist randlich von einem Filzwerk allerfeinsten Nadelchen (Rutil?) umkränzt. Sein Interferenzkreuz öffnet sich beträchtlich. Bemerkenswerth sind Lagen, welche neben Feldspath

Strahlstein in grossen unregelmässigen Körnern zeigen, kettenförmig angereihte Titanitkryställchen und Biotit. Im ganzen Gestein findet sich verstreut Pyrit und Apatit.

Apatit fand sich auch in den Gneissen ober Celedizzo und ist, wie sein Auftreten in den Turmalinhornfelsen zeigt, als Contact-, beziehungsweise pneumatolytische Bildung anzusehen. Grubenmann <sup>1)</sup> erwähnt als eine Contactbildung in dem Pegmatit benachbarten Gneissen Andalusit.

Das deutlichste Zeichen einer Einwirkung auf die durchbrochenen Schiefer ist aber die Ausbildung von Turmalin in denselben. In den zwischen den grossen Pegmatitlagern auf der Flimalpe liegenden Schiefen ist Turmalin dort und da in kleinen Kryställchen zu sehen, mikroskopisch aber zeigt es sich reichlich durch das ganze Gestein vertheilt. In noch grösserer Menge traf ich Turmalin am Contact eines Pegmatits bei Latsch im Vintschgau. Das Contactgestein zeigt auch Lagenstructur. Auf den Spaltflächen sieht man massenhaft winzige Turmaline bis zu 4 *mm*. Ausnahmsweise ist hier Muscovit der herrschende Glimmer; zwischen Lagen von Quarz und den grossen Glimmern sind Lagen, die dicht von Turmalin durchschwärmt sind, der länglich prismatische, oft auch skeletartig gegliederte Form mit abgerundeten Umrissen zeigt. Die Quarzaggregate sind hochgradig kataklastisch, der Turmalin dagegen zeigt gar keine Beeinflussung durch diese Kataklastik; die grossen Glimmer sind nur wellig gebogen. Es hat die Ausbildung der Turmaline also erst nach der Kataklastik des Gesteines stattgefunden und demnach bei diesem Contactgesteine nicht eine nachträgliche Zerstörung einer ursprünglichen Contactstructur stattgefunden. Es lässt sich daraus schliessen, dass die jetzige geringe Verbreitung und oft nur schwach angedeutete Ausbildung von Contactstructur (Pflasterstructur etc.) sehr wahrscheinlich dem thatsächlichen Umfange der Metamorphose entspricht und nicht nachträglich grösstentheils durch Kataklastik verwischt wurde, denn nicht nur hier, sondern auch an den anderen Vorkommen solcher Turmalincontactfelse sind die Turmaline stets wohl erhalten und ohne Kataklastik. Nur ein Umstand spricht dafür, dass wenigstens local auch noch nachher eine Kataklastik stattgefunden hat, nämlich der, dass man gelegentlich grosse Quarzkörner trifft, welche die der Pflasterstructur entsprechenden „geflossenen“ Umrisse zeigen, die aber bei gekritzten Nicols aus mehreren kataklastisch aneinander grenzenden, undulös auslöschenden Theilen bestehend erscheinen. Ich beobachtete dies besonders an dem körneligen Gneiss ober Celedizzo, aber auch anderenorts.

Eine noch stärkere Ausbildung von solchen Turmalincontactzonen fand ich am Schichtelberge im Martell sowie am Gehänge des Redival in der Val di Strino. An beiden Orten ist beiderseits der Gänge eine 2—3 *cm* dicke Zone des Schiefers in einen Turmalinfels oder Turmalinhornfels umgewandelt, der auch lagenweise Schichtung, entsprechend der Schieferung des Schiefers, besitzt. Zwischen die Turmalinlagen schieben sich vom Pegmatit aus fransenartig feine

<sup>1)</sup> Tsch. M. M. I. c. ...

Aederchen des Intrusivgesteines ein. Bei dem Gange am Redival reicht der Turmalin Gehalt nicht über diese Zone hinaus, bei den Gängen am Schichtelberge aber ist ausser dieser besonders starken turmalinisirten Zone das Gestein noch bis auf 1—2 dm vom Contact weg stark turmalinhaltig, wobei lagen- oder linsenweise stärkere Anreicherungen wieder auftreten; dann aber verliert sich der Turmalin Gehalt sehr rasch, die schiefrige Anordnung ist bei diesen Contacten durchaus erhalten geblieben. Mikroskopisch sieht man, dass die Turmalinlagen fast ganz aus länglich prismatischen Krystallen von Turmalin bestehen, die mit ihrer Längserstreckung ungefähr in der Schieferungsebene liegen, im Uebrigen aber wirt durcheinanderliegen. Sie besitzen unvollkommene Längsspaltbarkeit und Querabsonderung, gelegentlich auch Endflächen; die Färbung ist  $\parallel c$  hellblausbraun,  $\perp c$  dunkelbräunlich, bald mit einem Stich ins Violette, bald ins Grüne. Neben dem Turmalin erscheint in mehreren Schliften sehr viel Apatit, was durch den hohen Gehalt an Phosphorsäure bei der Probe mit molybdänsaurem Ammon bestätigt wird. Am äusseren Rande der Zone des Ganges vom Redival sind die Turmaline in unregelmässigerer Form entwickelt und dicht durchsetzt mit Einschlüssen anderer Mineralien, besonders auch des Apatits, so dass sie ein Aussehen wie wurmstichiges Holz erhalten. Zahlreiche Einschlüsse sind übrigens auch dort in ihnen, wo sie krystallographisch besser geformt sind. Die Lagen zwischen den Turmalinlagen sind meistens directe Apophysen des Pegmatits und bestehen oft nur aus Quarz. Der Pegmatit erscheint am Rande im Dünnschliffe schlierig; von den Turmalinlagen aus ziehen sich gelegentlich „Schweife“ von ganz kleinen Turmalinkryställchen in den Pegmatit hinein und sind, entsprechend der Strömungsrichtung des Magmas, alle in einer Richtung fortgezogen von der Richtung der Turmalinlagen im Schiefer. An einem schmalen, zwischen zwei durchbrechenden Pegmatitadern stehengebliebenen Schieferstücke zeigt der Pegmatit des einen Ganges eine schmale Randfacies mit kleinen, dünn verstreuten Turmalinadelchen. Der Feldspath in dieser Randfacies ist ein Oligoklas-Andesin; Quarz ist nur wenig daneben vorhanden, Apatit ist auch zu sehen.

Eine Abhängigkeit im Vorkommen solcher Turmalin zonen von der Grösse oder dem Mineralbestand der Gänge liegt nicht vor; alle Gänge, an denen sie beobachtet wurden, sind Muscovitpegmatite oder glimmerfreie Pegmatite, aber nicht Turmalinpegmatit; es sind theils ganz kleine Adern, theils Gänge bis zu 3 m Durchmesser. Ein Umstand, der das Auftreten dieser Bildungen begünstigt und bei allen beobachteten Vorkommen zutrifft, ist das Durchbrechen der Schiefer; an Lagengängen beobachtete ich es nicht.

Die Neubildung von Turmalin in weiterer Verbreitung in den angrenzenden Schichten und jene engeren Contacthöfe mit der Mineralcombination Turmalin-Apatit sind bekanntlich typische Zeichen von Pneumatolyse und für die Beschaffenheit des Magmas bezeichnend. Dadurch ist auch in dem wechselnden Gehalt an derartigen Mineralbildnern die Unbeständigkeit der Contactwirkung erklärt.

Sehr deutliche Contactwirkungen sind des weiteren aber dort zu sehen, wo der Pegmatit mit Kalk in Berührung tritt. Dies ist des

öfteren im südlichen Verbreitungsgebiete zu sehen, da die mit Pegmatit durchschwärmte Zone auch gleichzeitig reich an Einlagerungen von krystallinen Kalken und Marmoren ist. Solche Durchdringung des Kalkes durch den Pegmatit ist zum Beispiel auf der Malga Capelle im Cercenthale bei Rabbi zu sehen, in grösserem Maßstab und ausgedehnter aber an den mächtigen Kalklagern im Val di Strino, besonders am Gehänge des Redival. Ober und unter dem Kalke und quer durch denselben aufsteigend in mannigfachen Adern und Gängen findet sich hier Pegmatit. Alle diese Kalke sind, abseits der Contacthöfe, hoch krystallin, ziemlich grobkörnig und enthalten ausser dem Calcit ständig noch andere Minerale, in grösserer oder geringerer Menge, und zwar hauptsächlich Quarz und Glimmer, ferner auch Feldspath und Tremolit. Besonders reich an solchen Mineralien sind die Marmore des Val Albiolo, die von Foullon an dem von Stache gesammelten Material untersucht wurden<sup>1)</sup>. Foullon bestimmte den Glimmer als Phlogopit. Diese Ueberbestandtheile liegen durch das ganze Gestein vertheilt, aber in lagenweiser Anreicherung im Kalk, besonders den Glimmer, Schwefelkies und Magnetkies findet man fast überall in geringer Menge verstreut im Gestein.

In der Contactzone des Pegmatits, der übrigens hier meist glimmerlos ist, treten Mineralneubildungen auf, durch die stellenweise der Kalk in einen Kalksilicathornfels umgewandelt wurde. Die neu auftretenden Mineralien sind: Granat, Malakolith, Titanit und Vertreter der Epidot-Zoisitgruppe. Wie bei den Schiefercontacts, so ist auch hier die Wirkung eine sehr variable. An den Gängen im Marmor der Cima Cady beobachtete ich in der Berührungzone gar keine Veränderungen des Marmors. Im Cercenthal, am Monte Mezzolo und im Val Albiolo treten in der Nähe des Contacts im Kalke Granatknohlen auf, welche Faustgrösse erreichen. In der Val Albiolo tritt der Granat auch in grossen Rhombendodekaedern auf. Hier und im Cercenthale enthält der Kalk aber ausserdem in Menge grüne Augitkörner, meist von geringer Grösse. Im Mikroskop erscheint der Pyroxen von blass lauchgrüner Farbe; Auslöschungsschiefe 40—45°. Während der Pyroxen mehr prismatische Formen zeigt, hat der Granat die charakteristischen gerundeten, ausgebuchteten Formen der Contactgranaten. Die Contactgesteine im Val di Strino und auch in der Val Verniana endlich haben nicht mehr das Aussehen des Kalkes; sie sind fast dicht, fleckig gefärbt; Flecken und kleine Schlieren lassen durch ihre röthliche Farbe den Granat erkennen. Im Dünnschliffe findet man in den stärkst umgewandelten nur ganz wenig Calcit, dafür Granatfels, einen farblosen Pyroxen, dessen Auslöschung um 40° herum schwankt, also wohl als Malakolith anzusprechen ist, und Titanit in den charakteristischen weckenförmigen Kryställchen, meist zu Schwärmen gruppirt. Ausserdem sind in Menge Epidot und Klinozoisit, vielleicht auch noch andere Glieder der Zoisitfamilie anwesend. Ein grosser Theil hiervon ist aber secundär durch Zersetzung des Granats entstanden. In wechselnder Menge ist, dem primären Bestande des Ge-

<sup>1)</sup> Foullon. Ueber Minerale führende Kalke aus dem Val Albiolo in Südtirol. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1860, pag. 146.

steins entstammend, Quarz zugegen und auch Feldspath (Plagioklas). Der Pyroxen zeigte in einem Schliffe randlich Umwandlung in ein hornblendeähnliches, feinfaseriges, sehr blassgrünliches Aggregat. Wo noch Calcit in grösserer Menge vorhanden, zeigt derselbe einfache, geradlinige, nicht verzahnte Ränder.

Das Vorhandensein solcher echter Kalkcontactzonen um die Pegmatitgänge ist bemerkenswerth gegenüber der von Weinschenk<sup>1)</sup> vertretenen Ansicht, dass alle diese Kalke, besonders die Laaser Marmore, piezocontactmetamorph seien, durch eine in der Tiefe befindliche, weit ausgebreitete Intrusivmasse, deren Nachschübe die Pegmatite sind. Wenn die unter Druck erfolgte Contactwirkung alle diese Schiefer und Kalke gleichmässig umgewandelt hat, warum ist dann die Contactzone der in unmittelbarem Zusammenhang mit dem ganzen plutonischen Vorgang stehenden Pegmatite von den Kalken nicht auch piezocontactmetamorph geworden? Es liegt hier ein auffallender Gegensatz zwischen den Kalksilicathornhöfen der Pegmatite und der über die ganzen Marmore gleichmässig durch alle Bergkämme hin ausgebildeten hochkrystallinen Structur und ihren ebensolchen Gehalt an Glimmer, Quarz und gelegentlich Strahlstein vor, das erstere mit den deutlichen Zeichen der gewöhnlichen Contactmetamorphose, das letztere mit denen einer gleichmässig, unabhängig von localen Eruptivgesteinen verbreiteten Regionalmetamorphose. Es ist übrigens hervorzuheben, dass gerade in dem engeren Gebiete der Laaser Marmore sehr wenig Pegmatit vorkommt.

Die Ausdehnung aller dieser Contactbildungen im Schiefer und im Kalk ist eine sehr geringe. Die Grösse der Turmalinhöfe wurde schon oben angegeben. Der Phyllit ober dem oberen Flimsee nimmt in einer Entfernung von ungefähr 30—40 m vom Contact schon wieder sein normales Gepräge an. Die Kalksilicathornfelse haben nur wenige Decimeter, die Kalke mit den vereinzelt Granatknollen, die bei Vorhandensein der ersteren als äussere Zone den Uebergang zum gewöhnlichen Kalk vermitteln, ein oder ein paar Meter Mächtigkeit.

Das Alter der Pegmatitintrusion ist nur innerhalb weiter Grenzen bestimmbar. Sie sind jünger als der Quarzphyllit, denn dieser wird noch von ihnen durchbrochen, und wahrscheinlich älter als die Trias, da in den triadischen Ablagerungen des Ortlerstockes bisher keine Pegmatitgänge aufgefunden wurden. Sie dürften wahrscheinlich auch älter als der Kreuzberg- und Iffinger-Tonalitstock sein, da der mit dem Tonalit in engster Beziehung stehende Tonalitporphyrit (Töllit) bei Bad Egart an der Töll ein Pegmatitlager durchbricht.

Ihre Hauptausbreitung haben sie in den hangendsten Horizonten der Gneissformation und an der Grenze gegen die Phyllite. In diesen selbst sind sie bedeutend seltener. Diese geringe verticale Verbreitung im Vergleiche zu der colossalen horizontalen Ausbreitung könnte dadurch erklärt werden, dass die Hauptintrusion schon vor der Ablagerung der Phyllite erfolgte und dann nach dieser neue Nachschübe erfolgten, die bis zu den Phylliten empordrangen. Jedoch dem wider-

<sup>1)</sup> l. c.

spricht die vor der Intrusion stattgefundenene Kataklyse, also Auffaltung, und der concordante Uebergang der Phyllite aus den Gneissen.

Schliesslich lässt sich noch die Frage aufwerfen, welches oder wo der vulcanische Centralherd ist, dessen Sendlinge die Pegmatite sind. Granite und Granitite sind im Ulten-Vintschgauer Kamm mehrfach als Intrusivmassen vorhanden und von der Erosion theilweise blossgelegt; es finden sich solche im Kuppelwieserthal und an der Nordseite des Kammes südlich von Naturns. Im Süden ist eine mächtige Granitmasse am Kamme der Cima Verdignana zwischen Rabbi und Val della Mare und mehrere im Gebirge südlich Rabbi zu sehen. Es sind gerade in der Umgebung dieser Granite — mit Ausnahme der Naturnser etwa — sehr wenig Pegmatite und die Menge und Verbreitung dieser Granite ist im Verhältnis zu der der Pegmatite so gering, dass man sie höchstens als Ausläufer oder als vereinzelte Vertreter einer grösseren Zahl ansehen kann. Die Ausbildung der tieferen Lager im Martellthale macht die Annahme eines mächtigen Herdes hier in der Tiefe wahrscheinlich und ebenso liegen im Süden die Geburtsstätten der Pegmatite noch in der Tiefe begraben.

### Literatur-Notizen.

**Dr. F. W. Pfaff.** Bemerkungen über Chondriten und ihre Entstehung. Geogn. Jahreshfte. XIV. Jahrg. S. 129—138. Mit 6 Textfiguren. München 1901.

Ein neuer Fundpunkt im Felsch der Gegend von Tölz ergab eine reiche Ausbeute von Chondriten, die dem Verf. Gelegenheit boten die Untersuchung von Gumbel und Rothpletz über Beschaffenheit und Entstehung dieser Gebilde nachzuprüfen und deren Ergebnisse theilweise zu modificiren.

Vor Allem konnte festgestellt werden, dass die Chondriten zumeist den Schichtflächen parallel gelagert sind und nur bisweilen einzelne Verzweigungen nach oben oder unten richten. In unverwittertem Zustande haben Chondriten und Muttergestein fast die gleiche Farbe und erst durch die Verwitterung treten jene stärker hervor. Zur genaueren Untersuchung wurden nicht nur Dünnschliffe verwendet, sondern auch auf andere Weise gelang es dem Verf., zur mikroskopischen Untersuchung geeignete Präparate zu erhalten, indem er nämlich mit Chondriten bedeckte Gesteinsstückchen in Canadabalsam einbettete und hierauf das Muttergestein mit verdünnter Salzsäure wegätzte. Im Dünnschliff ist der Chondrit auffallenderweise meist durchsichtiger als das Nebengestein. Chemische Analysen ergaben, dass die dunklere Färbung der vorgelegenen Chondriten nicht von Kohlepartikelchen herrührt, nachdem dieselben im Muttergesteine mit der gleichen Häufigkeit angetroffen worden, und so können diese Gebilde nicht gut auf pflanzliche Ueberreste zurückgeführt werden. Die dunkle Färbung der Chondriten ist dagegen wesentlich bedingt durch den höheren Eisen- und Mangangehalt; ausserdem scheint Absorption des Lichtes eine Rolle zu spielen, ähnlich wie ein in helle Grundmasse eingebettetes Quarzkorn dunkel erscheint.

Bezüglich der Entstehung der Chondriten gibt Verf. eine neue Erklärung, indem er dieselben auf mechanischem Wege durch Krystallbildung hervorgebracht denkt. Es gelang auch, experimentell ganz chondritenähnliche Gebilde zu erzeugen. Pfaff liess in Wasser gelösten Thon oder Schlamm in einer flachen Schale gefrieren, wodurch sich Eisnadelchen bildeten, die, zweiförmig aneinander gereiht, das Bild eines Chondriten nachahmten. Nach dem Auftauen und Verdunsten des Wassers blieben an Stelle der Kryställchen Hohlräume und erst eine zweite darübergegossene Schicht zeigte daher an ihrer Unterfläche nach dem Trocknen den positiven Chondrit, Verhältnisse, die mit den vom Verf. in der Natur beobachteten übereinstimmen. Chondriten können jedoch auf diesem Wege nur im Seichtwasser