

## 2. Beiträge zur Kenntniss des Granulits.

Von Herrn E. DATHE in Berlin.

### 1. Die Granulite des ostbayerischen Waldgebirges.

Die Granulite, mit welcher sich nachfolgende Beschreibung befasst, sind zum Theil von mir gelegentlich einer vierwöchentlichen Studienreise in dem durch C. W. GÜMBEL's Beschreibung classisch gewordenen ostbayerischen Grenzgebirge, das ich von Tirschenreuth im Norden bis zur Donau im Süden im Jahre 1876 kreuz und quer durchwanderte, gesammelt worden. Einen anderen Theil des Materials verdanke ich der Güte des Herrn Oberbergdirector C. W. GÜMBEL, welcher mir nicht nur von dem zur chemischen Analyse verwandten Handstücken, sondern auch von zahlreichen anderen Fundpunkten Proben bereitwilligst und reichlich übersenden liess, sodass mir Granulite aus allen Verbreitungsgebieten des ostbayerischen Waldgebirges bei der Untersuchung zur Verfügung standen. Ich fühle mich daher verpflichtet, dem Herrn Oberbergdirector C. W. GÜMBEL an dieser Stelle für diese Liberalität meinen ergebenen Dank abzustatten.

Die makroskopische Beschaffenheit der Granulite ist von C. W. GÜMBEL in dem so unschätzbaren Werke <sup>1)</sup> so trefflich und prägnant beschrieben worden, dass es unmöglich ist, in dieser Beziehung etwas wesentlich Neues hinzuzufügen. Zum Verständniss der folgenden Untersuchungen dürfte indess die Hervorhebung der wichtigsten Resultate GÜMBEL's unbedingt nothwendig sein. Er definirt den Granulit als eine Gesteinsgruppe, die mit Granit und Gneiss verwandt sei und sich durch eine feinkörnige, aus Feldspath und Quarz gemengten Grundmasse und eine reichliche Einmischung von Granat oder Schörl auszeichne. Das Gefüge der Granulite des Waldgebirges ist oft gneissartig, dünnschiefrig, und ist dasselbe durch parallele Einlagerung von Quarzlamellen und Glimmerschuppen in der feinkörnigen Grundmasse entstanden. Häufig ist jedoch auch die Structur des Gesteins eine mittel- bis grobkörnige und ist

<sup>1)</sup> Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges pag. 335 - 340.

dieselbe alsdann derjenigen der Lagergranite ähnlich. Zwischen beiden Hauptstructurtypen finden naturgemäss zahlreiche Uebergänge statt.

Als vorherrschendste Feldspathart wird der Orthoklas, der auch als Ausscheidung in der Gesteinsmasse zugegen ist, oft wie zertheilt aussieht und von Quarzsubstanz unterbrochen wird, selbstverständlich angeführt. Es ist indess auch der Plagioklasgehalt der Granulite GÜMBEL nicht gänzlich entgangen; denn er führt an, dass man an kleinen Bruchflächen des feinen Gemenges unzweideutig auch die Parallelstreifung eines klinoklastischen Feldspathes erkenne, und er vermuthet weiter, dass in der dicht scheinenden Grundmasse viele Feldspaththeilchen dem Oligoklas angehören, was er durch den chemischen Nachweis eines hohen Gehalts von Natron und Kalkerde in der Feldspathmasse eines Granulits von Waldheim in Bayern zu erhärten sucht.

Charakteristisch für die Granulite des Gebietes sind Granat und Turmalin, welche beide gleichwerthig sind und sich gegenseitig vertreten, aber nicht immer einander ausschliessen; daneben ist weisser, optisch-zweiachsigter Glimmer häufig beige-mengt. Ausserdem erscheinen als nebensächliche Gemengtheile in denselben Buchholzit, Faserkiesel und Disthen.

Als Granulitvarietäten werden, je nachdem Granat oder Schörl beigement sind, Granatgranulite oder Granulite schlechthin und Schörlgranulite unterschieden.

Nach ihren Lagerungsverhältnissen erscheinen die Granulite des ostbayerischen Grenzgebirges überall als kleinere Einlagerungen und Zwischenlager im Gneiss; sie erlangen nirgends eine grössere Selbstständigkeit, obwohl sie im ganzen Gneissgebiet ihre Verbreitung gefunden haben. — Bezüglich anderer Angaben verweisen wir auf GÜMBEL's Werk.

In den folgenden Zeilen, welche sich mit der Darlegung der durch mikroskopische Untersuchung gewonnenen Resultate befassen sollen, folgen wir der Eintheilung GÜMBEL's und betrachten erstens die Granatgranulite und zweitens die Schörl- oder Turmalingranulite.

#### a. Die Granatgranulite.

Die Granatgranulite sind deutlich körnige, mehr oder weniger schiefrige Gesteine, welche wesentlich aus Orthoklas, Mikroklin, Plagioklas, Quarz und Granat zusammengesetzt sind.

Der Granatgranulit von Rödenbach bei Mähring, der eigentliche Repräsentant der Granulite des bayerischen Waldes, ist in seinem Aeusseren den Granuliten anderer Gegenden am meisten ähnlich. Er ist, um dieses vorauszuschicken

im Osten des Dorfes in einem Hohlwege in vier Lagern dem dortigen Schuppengneisse concordant eingeschaltet. Bei meiner Anwesenheit war derselbe noch so trefflich aufgeschlossen, wie das Profil GÜMBEL's <sup>1)</sup> dies veranschaulicht. — In dem flaserig-schiefrigen, nicht gerade feinkörnigen, sondern mehr mittelkörnigen Gestein sind hirsekorn- bis fast erbsengrosse Granaten zahlreich eingemengt. Von allen Feldspatharten beansprucht der Mikroklin unter dem Mikroskop zu allererst das Interesse des Beschauers; denn er ist nicht nur in reichlicher Menge, sondern auch in einer so prachtvollen Ausbildung vorhanden, dass er in letzterer Beziehung in manchen seiner Individuen einen Vergleich mit den Mikroklinen vom Pikes Peak aushält. Seine gitterförmige Structur, welche auf Schnitte parallel  $\sigma$  verweist, ist trefflich ausgebildet und charakteristisch entwickelt (vergleiche auch was DES CLOIZEAUX <sup>2)</sup> zuerst über den Mikroklin berichtet). Die Auslöschungsschiefe der Mehrzahl der Zwillingslamellen beträgt  $15-16^{\circ}$ ; die der übrigen Lamellen entweder  $0^{\circ}$  oder  $4-5^{\circ}$ ; sie sind einer bestimmten Feldspathspecies nicht sicher zuzutheilen und können entweder dem Orthoklas oder dem Albit zugehören. Bei manchen Individuen, in welchem nur eine gewisse flaserige Längsstreifung zu beobachten, und die Zwillingsverwachsung spärlich vorkommt, beträgt nichtsdestoweniger die Auslöschung der Hauptmasse  $15-16^{\circ}$ , während die wenigen schmalen Zwillingslamellen schon bei Parallelstellung mit den Nicolhauptschnitten Dunkelheit zeigen. Auch die umgekehrte Ausbildung ist nicht selten vertreten; es löscht die Hauptsubstanz des Feldspathes bei Parallelstellung mit den schmalen Zwillingslamellen aus, während diese erst bei circa  $15^{\circ}$  das Maximum der Dunkelheit erreichen. Es finden sonach in den verschiedensten dem Mikroklin angehörenden Individuen eines und desselben Gesteins sehr manichfaltige Verwachsungsverhältnisse durch Zwillingsbildung zwischen Mikroklin und Orthoklas statt. Als Interpositionen im Mikroklin dieses Vorkommens sind kleine Plagioklase (nach dem Vorgange E. COHEN's <sup>3)</sup> gebrauche ich den Namen Plagioklas hier und im Folgenden nur für die Kalknatronfeldspathe), welche meist als rundliche Körner ausgebildet, zwar häufig, aber nicht in grosser Menge eingeschlossen sind, Quarzkörnchen und sehr selten Quarz in rundlichen stengeligen Gebilden, wie in manchen Schriftgraniten sind gleichfalls Gäste in dieser Feldspathspecies.

<sup>1)</sup> Ostbayr. Grenzgeb. pag. 524.

<sup>2)</sup> Ann. de chim. et de phys. (5). IX. 1876.

<sup>3)</sup> Geognost. Beschreibung der Umgebung v. Heidelberg pag. 126.

Orthoklas ist neben der triklinen Form des Kalifeldspathes in wechselnder Menge, aber stets stark gegen den ersteren zurüktretend, zugegen. In einigen Schlifften ist er in der allergewöhnlichsten Formausbildung zu beobachten. Die charakteristischen stabförmigen Lamellen, welche später zu besprechen sein werden, mangeln ihm gänzlich und nur eine Faserigkeit, die lediglich als Spaltbarkeit und Absonderung anzusprechen ist, macht sich an denselben bemerklich. Gewisse Individuen sind nach Spaltbarkeit und Auslöschung unzweifelhaft Orthoklase, während man bei anderen Durchschnitten die Zugehörigkeit zum Orthoklas oder Mikroklin nicht immer feststellen kann, da ebenso gut Schnitte des letzteren parallel M. vorliegen können.

Plagioklas theiligt sich fast ebenso zahlreich, wie Mikroklin an der Zusammensetzung\* des Gesteins. An mehreren seiner Individuen liess sich eine Auslöschungsschiefe von  $14^{\circ}$  beobachten. Man ist danach vielleicht berechtigt, dieselbe als Oligoklas anzusprechen. Höchst auffällig ist seine leichte Zersetzbarkeit in feine Fäserchen und Blättchen, welche die optischen Eigenschaften des Kaliglimmers besitzen und mit den Gebilden, welche aus der Zersetzung der Orthoklase hervorgehen, in überraschender Weise übereinstimmen. Bei der Behandlung solcher mit Neubildungsproducten erfüllten Plagioklase mit Salzsäure lösten sich im Dünnschliff nur wenige Flimmerchen, die wohl kohlenaurer Kalk waren. Die Ansicht, dass in diesen Gebilden möglichenfalls ein Natronglimmer vorliege, liess sich nicht bestimmt erweisen; denn bei fernerer Behandlung dieser glimmerartigen Produkte mit Schwefelsäure fand zwar ein merkliches Angegriffensein, aber nicht eine vollständige Zersetzung derselben statt, wie solches doch von dem Paragonit bekannt ist.

Der in Krystallen des Rombendodekaeders und als Körner vorhandene Granat enthält vielfach kleine Granaten, Quarzkörnchen und hin und wieder Fibrolithnadelchen; er zersetzt sich zum Theil randlich in grünliche chloritische Blättchen. Der Quarz als ein wesentlicher Hauptgemengtheil des Gesteins besitzt keine bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten. —

Der Granulit von Globenreuth ist dem vorher beschriebenen sehr ähnlich, führt aber reichlich Kaliglimmer in ziemlich scharf begrenzten Blättchen und ähnelt dadurch manchen rothen Gneissen. Der Mikroklin bildet in dieser Felsart die vorwaltendste Feldspathspecies; er besitzt eine prachtvolle Ausbildung in Schnitten parallel der Fläche P. Die Plagioklase sind durch besondere Frische ausgezeichnet; sie enthalten mitunter Quarzkörner eingeschlossen, deren Rand treppenartig gekerbt ist, weil jede der zahlreichen und feinen Zwillinglamellen des Plagioklases in denselben eingreift und quer absetzt.

In ihrer Menge treten die Plagioklase merklich gegen den Mikroklin zurück und sind nur auf ein Zehntel der gesammten Feldspathmasse zu schätzen. Der Orthoklas ist in noch geringerer Zahl im Gestein zugegen und macht höchstens  $\frac{1}{25}$  der Feldspathe aus; er besitzt keinerlei Interpositionen, aber deutliche Spaltbarkeit nach P und M.

Granat, Kaliglimmer und Quarz geben zu eingehenderen Betrachtungen keine Veranlassung.

Der Granatgranulit von Maisried bei Bodenmais <sup>1)</sup> unterscheidet sich von den beiden vorigen Granuliten namentlich durch seine Korngrösse. Er ist mittel- bis grobkörnig; Feldspathe 6—8 mm lang und 4—5 mm breit, erbsengrosse Granaten und fast ebenso grosse Quarzkörner und kleine schwärzliche Glimmerblättchen sind ihm eigenthümlich, so dass er fast den Charakter von gewissen Granitgneissen annimmt. Die Feldspathmasse erweist sich unter dem Mikroskop dem Mikroklin, Plagioklas und Orthoklas zugehörig und sind alle drei Species in gleicher Menge vertreten. Die Ausbildung des Mikroklin stimmt mit den Beschreibungen, welche in den zwei vorhergenannten Granuliten gegeben wurde, überein; nur scheinen die Schnitte parallel M im Schlicke vorzuherrschen. Auch sind neben der Gitterstreifung in manchen Individuen nur schmale flammenartige Zwillinglamellen zugegen.

Von besonderem Interesse ist die Entwicklung des Plagioklases. Er ist grösstentheils in der feinkörnigen Gesteinsmasse, der Bindemasse des Granulits vorhanden und alsdann fast ohne Ausnahme in prachtvoller Weise von Quarz schriftgranitartig durchwachsen. Aehnliche Durchwachsungen sind von mir in bayerischen Granuliten nicht wieder beobachtet worden und sind mehrere Plagioklase der auf pag. 38 gegebenen Abbildung aus einem finnländischen Granulit fast zum Verwechseln ähnlich. Mikroklin und Orthoklas sind mehrfach an ihren Rändern von Quarzstengelchen in schriftgranitischer Weise durchweht; auch im Innern von Orthoklasdurchschnitten sind solche Verwachsungserscheinungen wahrzunehmen; sie zeichnen sich ausserdem noch dadurch aus, dass die Quarzstäbchen nicht wie gewöhnlich in den Feldspathen der Granulite gerundet und schwach gebogen, sondern scharf geknickt sind, wie man es von den ächten Schriftgraniten her gewohnt ist. Im Quarz sind reichlich Flüssigkeitseinschlüsse in Reihen angeordnet zu beobachten. Der Biotit enthält sporadisch kleine schwarze Nadelchen. Wenige Fibrolithnadelchen sind vereinzelt im Quarz und in den Feldspathen eingestreut.

<sup>1)</sup> GÜMBEL, Ostbayr. Grenzgeb. pag. 340.

Gleichfalls von grobkörnig-flaseriger Structur ist der Granulit von Waldheim, welcher ausser erbsengrossen Granaten auch wenig Turmalin führt. An diesem Vorkommen wies GÜMBEL <sup>1)</sup> durch chemische Analyse einen hohen Gehalt von Natron (4,375 pCt.) und Kalkerde (0,824 pCt.) nach und nahm infolge dessen an, dass auch Oligoklas sich an der Zusammensetzung der Granulite betheilige. Diese Folgerung wird durch die mikroskopische Untersuchung in vollstem Maasse bestätigt; denn Plagioklas ist im Gesteinsgemenge reichlicher vorhanden als Orthoklas, welcher als zweite Feldspathart sich im Granulit vorfindet. Der Plagioklas zeigt zuweilen eine schriftgranitartige Verwachsung; auch macht sich an einzelnen Individuen eine Zersetzung in Kaliglimmer bemerklich. Der grösste Theil des Orthoklases ist als Perthit ausgebildet. Schmale, schmitzenartige Plagioklasstreifen, auf welchen die Zwillingsstreifung senkrecht zur Längsausdehnung in der ausgezeichneten Weise zu beobachten ist, sind darin in ziemlicher Menge eingelagert. Ihre Grössenverhältnisse sind dem grobkörnigen Gesteinsgemenge entsprechend und sie sind zum Theil so lang als der Feldspath (1—3 mm), andere dagegen sind auch kürzer; ihre Breite wurde mehrmals zu 0,015 mm gefunden. Sehr häufig findet eine Theilung dieser leistenförmigen Einlagerungen statt, wie solches auch von anderen Perthiten her bekannt ist. Perthit und Orthoklas sind durch Umwandlung stark getrübt und sind deren Zersetzungsprodukte theils dem Kaliglimmer, theils dem Kaolin mit der grössten Wahrscheinlichkeit zuzutheilen. Einige Kaliglimmerblättchen sind neben Quarz, Granat und Turmalin im Gesteinsgemenge verstreut.

Zu diesen perthitführenden, grobkörnigen Granuliten lässt sich auch ein Theil der Granulite aus der Umgebung von Bärna u, die im dortigen Schuppengneiss eingelagert sind, stellen. Grobes Korn, zuckerkörniges Ansehen charakterisiren diese Granulite; desgleichen sind rauchgraue, fast bis erbsengrosse Quarzkörner und bis haselnussgrosse Aggregate von Granat, auch wohl von Granat und Quarz fast immer denselben eigenthümlich; daneben tritt Kaliglimmer als stetiger Gemengtheil in diesen Granuliten auf. In einigen Granuliten der Gegend lässt sich ein Kalifeldspath nicht nachweisen und ist lediglich Plagioklas, dessen Auslöschung beiderseits mehrmals zu 18° und 20° gefunden wurde, als feldspathiger Gemengtheil zu constatiren. Lichter Glimmer, in Fäserchen und spiessigen Blättchen geht durch Zersetzung aus dem Feldspathe hervor. Quarz, arm an Flüssigkeitseinschlüssen, und Granat enthalten feinste Fibrolithnadelchen. In Granuliten von der Tilly-Schanze

<sup>1)</sup> l. c. pag. 336.

bei Bärnau ist Plagioklas, dessen Auslöschungsschiefe einigemal zu  $14^{\circ}$  gemessen wurde, als vorherrschender Gemengtheil zu betrachten; Orthoklas ist nur sporadisch darin vertreten. Neben der schon öfter genannten Zersetzung beider Feldspatharten in Glimmer, verdient die Gegenwart von rundlichen kleinen metallisch glänzenden Körnchen erwähnt zu werden; sie sind spärlich vorhanden und sind im Dünnschliff bräunlich durchscheinend. Man geht gewiss nicht fehl, wenn man diese Mineralkörper als Nigrin, der in dem Schuppengneisse von Bärnau bekanntlich recht häufig gefunden wird, anspricht. Fibrolith ist oft recht reichlich darin vertreten.

Ein Theil der Granulite von Arnstein bei Waldmünchen muss dieser Granulitgruppe angereicht werden. Wie die Bärnauer Granulite führen diese neben haselnussgrossen Granataggregaten auch etwas Turmalin. Gleich wie im Granulite von Waldheim ist der Kalifeldspath in einigen Proben nur als Orthoklas, nicht als Mikroklin zur Ausbildung gelangt; in anderen Handstücken übertrifft aber der letztere an Menge Orthoklas und Plagioklas und besitzt zugleich eine typische Ausbildung; er ist ferner häufig von Plagioklasleisten durchwachsen, die zum Theil an einzelnen seiner Individuen die Perthitstructur hervorbringen. Die Orthoklase sind in diesen Fundpunkten fast immer als Perthit ausgebildet. Es fehlen weder die schmitzenartigen Plagioklaseinschaltungen, noch vermisst man darin Plagioklasaggregate. Andere Orthoklase zeigen gar keine Feldspathinterpositionen; Quarz in Körnchen ist öfterer darin enthalten; durch ausgesprochene Spaltbarkeit erscheinen viele Orthoklase faserig. In manchen Schliffen tritt der Plagioklas entschieden zurück; in manchen herrscht er aber gegen den Orthoklas vor. Die Auslöschung des ersteren ergab bei Messungen beiderseits der Zwillingsgrenze wiederholt  $18^{\circ}$ .

Es mag ferner eine andere höchst interessante Erscheinung, die auch an einem Granulit von Arnstein bei Waldmünchen beobachtet wurde, beschrieben werden. In diesem von Mikroklin fast freien Gestein zeigt nicht nur der Orthoklas echte Perthitstructur, sondern er ist auch mit zahlreichen Plagioklasen verwachsen. Am deutlichsten bringt diese Erscheinung Fig. 1 (nebenstehend) zur Anschauung. Ein Plagioklas ist von einem ziemlich breiten, sich theilenden Orthoklasstreifen durchwachsen. Letzterer ist gut gefasert und enthält an verschiedenen Stellen kleine Plagioklase, die ungefähr seiner Hauptstreckung nach parallel gelagert sind, eingewachsen. Auch beherbergt der grosse Plagioklas an mehreren Stellen einige zierlich gebogene Quarzstengelchen. Diese eigenthümlichen Verwachsungsverhältnisse sind fast an allen Plagioklasen zur Entwicklung gelangt; es

Figur 1.



herrscht der Orthoklas dabei oft dermaassen vor, dass man zuweilen wirklich nicht weiss, ob ein von Orthoklas durchwachsender Plagioklas oder ob ein von letzterem durchdrungener Orthoklas vorliegt. Eine gleiche Rolle wie der Orthoklas spielt hinsichtlich der Verwachsung der Quarz. Er sucht aber hauptsächlich den Plagioklas als Wirth auf und ruft manchmal die bekannte schriftgranitische Structur in ausgezeichneter Weise hervor.

Fibrolith und Sillimanit sind in den Arnsteiner Granuliten in der Regel in grosser Menge zu beobachten. Der Sillimanit bildet breitere Säulen und wurde an Querschnitten derselben der grösste Prismenwinkel zu  $110-111^{\circ}$  gefunden. Einzelne Turmalinkörner und der etwas reichlicher vorhandene Muscovit stellen diese Granulite eigentlich schon zur zweiten Hauptgruppe der Granulite aus dem bayerischen Waldgebirge.

Schliesslich mag noch ein anderer Granulit von Arnstein hier besprochen werden. Er gehört, wenn man streng classificirt, weder den Granat- noch den Turmalingranuliten zu; es ist wenigstens in den untersuchten Präparaten keiner der Gemengtheile zu bemerken. „Diese Granulite ziehen, nach GÜMBEL's Worten<sup>1)</sup>, die Aufmerksamkeit dadurch auf sich, dass sie häufig grünliche und bläuliche Farbentöne besitzen, von welchen der letztere eine fein vertheilte Beimengung von Lazulith vermuthen lässt.“ Auch im Dünnschliff lassen sich diese bläulichen Flecke beobachten; sie sind stets an Fibrolithbündel gebunden und erweisen sich als himmelblau gefärbter Sillimanit. Stellt man eine solche farbige Sillimanitsäule bei Anwendung eines Nicols so ein, dass ihre Längsrichtung mit dem Hauptschnitt des Nicols zusammenfällt, so zeigt sie das intensivste Himmelblau. Diese Färbung nimmt nach und nach an Stärke bei Drehung des Präparats ab und ist gänzlich verschwunden, wenn

<sup>1)</sup> l. c. pag. 340.



diese Drehung  $90^\circ$  beträgt; die vorher farbige Säule ist jetzt farblos. Auch bei gekreuzten Nicols lassen sich bei Parallelstellung trotz der lebhaften Polarisationsfarben noch die blauen Farbentöne deutlich wahrnehmen; die Auslöschung der Säulen erfolgt parallel den Nicolhauptschnitten. Manche, sowohl breitere als auch schmalere Säulen und manche der ganz feinen Nadelchen sind vollständig blau gefärbt, andere besitzen die Färbung nur theilweise und sind dieselben häufig, ähnlich manchen Cyaniten, von wolkigem Ansehen. Dieser Umstand und dass immer nur wenige farbige Säulen neben und zwischen zahllosen farblosen liegen, lässt die Annahme gerechtfertigt erscheinen, dass die Färbung eine zufällige sei, und sind dieselben deshalb nur als Sillimanit zu betrachten. Bei reichlichem Plagioklasgehalt ist der Orthoklas im Gestein etwas zurücktretend; ersterer wandelt sich in Kaliglimmerblättchen und Fäserchen um; ein anderer Theil dieses Minerals ist indess primär.

Die Granulite von Tännersberg, von welchen GÜMBEL<sup>1)</sup> erwähnt, dass es eigenartige Gesteine seien, die sich durch röthliche Färbung und bei Armuth an Glimmer durch Putzen von Granat oder Schörl auszeichnen, sind an dieser Stelle am passendsten anzuführen. GÜMBEL führt ferner an, dass diese Granulite, wenigstens zum Theil, die Zusammensetzung des bunten Gneisses haben. Die Reichlichkeit des lichten Glimmers legt die Bestimmung als rother resp. bunter Gneiss nahe; es lässt sich jedoch auch die Zugehörigkeit dieser Felsart zum Granulit rechtfertigen; denn man muss sich vergegenwärtigen, dass solche Vorkommen eben Mittelstufen zwischen Granulit und Gneiss darstellen; ein Fall, der nicht so selten in der Natur sich vorfindet, da beide Gesteine ja einander so nahe stehen und, wenn man will, ist ja der Granulit nur ein Gneiss. Bei überwiegendem Quarzgehalte führt der Granulit von Tännersberg Orthoklas, Plagioklas und etwas Mikroklin. Das gegenseitige Mengenverhältniss der drei Feldspathe entspricht der Reihenfolge, in der sie genannt worden sind. Für die bayerischen Granulite interessant ist das Vorkommen von Rutil in diesem Fundorte. Es sind zwar nur zwei lichtgelblichbraune bis fast honiggelbe, tetragonale Formen zeigende tafelförmige Kryställchen beobachtet worden; davon ist das eine ganz frisch und ohne Spalten, das andere aber von vielen Sprüngen durchsetzt, auf welchen, aber ebenso an seinem Rande, die Bildung von dem grauweisslichen, pulverförmigen, von v. LASAULX Titanomorphit genannten Mineralkörper vor sich gegangen ist. Sollten einige, kleine und schwärzliche

<sup>1)</sup> l. c. pag. 339.

rundliche Körner mit lebhaftem Metallglanz auch noch zum Rutil gehören, so würde dies womöglich eine Verwachsung desselben mit Eisenglanz anzeigen.

### b. Turmalingranulite.

Im ostbayerischen Waldgebirge kommt den Turmalingranuliten eine weitere Verbreitung zu als den Granatgranuliten. In ihrer mineralischen Zusammensetzung schliessen sie sich natürlicher Weise den Granatgranuliten eng an; zeigen wie diese eine höchst mannigfaltige Ausbildung, welche sich namentlich hinsichtlich der feldspathigen Gemengtheile documentirt; sie führen neben Turmalin besonders häufig Sillimanit, Fibrolith und Muscovit. Es erscheint aber dennoch auch hier eine gruppenweise Beschreibung angezeigt.

Alle Eigenthümlichkeiten dieser Gesteine vereinigt der Turmalingranulit vom Theresienstein bei Zwiesel in sich. Durch zahlreiche eingestreute, dünne, kaum 0,5 bis 1,0 mm starke, schwarze Turmalinnädelchen, welche oft stark gebogen, auch zerbrochen sind, sowie durch feine, lichte Glimmerschüppchen erscheint das Gestein schieferig. Unter dem Mikroskop erkennt man als Gemengtheile Mikroklin, Plagioklas, Orthoklas, Quarz, Turmalin, Kaliglimmer, Sillimanit, Biotit und Apatit. Die prachtvolle Ausbildung des Mikroklin, welche sich namentlich durch theils engere, theils weitere Gitterung bekundet, lässt diesen Granulit mit dem von Rödenbach vergleichen. In anderen Schnitten, welche jedenfalls parallel M erfolgt sind, lässt sich oft nur eine Art Längsstreifung, die dadurch entsteht, dass schmale Zwillingslamellen vom Rande aus nach der Mitte zu immer mehr sich verjüngen und endlich auskeilen, wahrnehmen. Die Auslöschungsschiefe der Hauptmasse beträgt meist 6—8°. Die der Lamellen 21°; es dürfte somit eine Zwillingsverwachsung von Mikroklin und Orthoklas vorliegen. Der Orthoklas tritt wesentlich gegen den Mikroklin zurück, wenn man nur jene mehr oder minder faserigen Durchschnitte, deren Beschaffenheit auf Spaltbarkeit nach P und M beruht, als solchen betrachtet. Am Plagioklas lassen sich bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten nicht nachweisen. Der Turmalin zeigt in manchen seiner Querschnitte in der Mitte einen lichtblauen Kern bei dunkelbräunlicher Umrandung; auch sind die beiden Enden der Säule durch von einander verschiedene Flächen begrenzt. Als Einschlüsse desselben finden sich neben zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen, Quarzkörnchen und einige Apatitkörnchen. Letzterer ist ausserdem in ziemlich grossen rundlichen Körnern in der Nähe des Turmalins im Gesteins-

gemenge vertheilt; er ist reich an Flüssigkeitseinschlüssen; durch schwache Polarisationsfarben und durch die Nachweisung von Phosphorsäure nach der STRENG'schen Methode sicher bestimmbar. Sillimanit in ziemlich schlanken Säulen und zahlreiche Blättchen von Kaliglimmer sind neben wenig Biotit zu nennen.

In makroskopischer Ausbildung stimmt mit dem vorigen der Turmalingranulit von Vohenstrauß <sup>1)</sup> überein. Die mikroskopische Beschaffenheit weicht aber in einigen wesentlichen Punkten von demselben ab. Zunächst mangelt dem Mikroklin die zierliche feine Gitterstreifung fast durchgängig; sie ist entweder nur durch ein weitläufiges Gitternetz oder nur durch flammenartige Streifung vertreten. Die Hauptmasse derartig ausgebildeter Feldspathe löscht auch bei 15—16° aus, während die flammenartigen, dünnen Lamellen Dunkelheit bei Parallelstellung mit den Nicolhauptschnitten zeigen und dürften die letzteren deshalb wohl dem Orthoklas zuzuzählen sein. Bei anderen Durchschnitten beläuft sich die Auslöschung der Hauptmasse 6—8°, die der Lamellen 21°; wonach man gleichfalls auf Mikroklin schliessen darf. Dass ein Theil dieser faserigen Feldspathe mit Auslöschung von 0°—5° Orthoklas ist, ist unzweifelhaft. Durch Verwachsung nach zwei verschiedenen Zwillings Ebenen werden die Plagioklase dem Mikroklin zwar durch Gitterstructur ähnlich, aber die scharfe geradlinige Ausbildung der Zwillinglamellen unterscheidet sie von diesem auf den ersten Blick. Von den übrigen Gemengtheilen verdient der Fibrolith noch Erwähnung, unter welchem Namen die feinfilzigen, auch bei starker Vergrößerung noch haarförmig erscheinenden Nadelchen des Sillimanits zu verstehen sind. Er ist theils in Streifen parallel der Schichtung eingelagert, theils durchspickt er Feldspath und Quarz, namentlich den letzteren in solcher Menge, dass man oft glauben möchte, es liegt ein von farblosen Nadelchen durchwachsender Cordierit vor. Eine Zersetzung in muscovitähnliche Gebilde scheint mitunter an demselben stattzufinden.

Gleichen Reichthum an Fibrolith in Strängen, in deren Mitte höchst selten einige breitere, gegliederte Säulen von Sillimanit lagern, besitzt der Granulit von Ragenwies <sup>1)</sup> bei Esslarn. An einigen Stellen ist eine intensive Zersetzung in muscovitähnliche Producte zu beobachten. Seine Hauptgemengtheile sind Orthoklas, Plagioklas, Mikroklin, Quarz, Turmalin und der bereits genannte Fibrolith. — Bei einer Anzahl von den folgenden Granuliten herrscht durchgehends der Plagioklas dem Orthoklas und Mikroklin gegenüber vor.

<sup>1)</sup> l. c. pag. 339.

Der feinschieferige und quarzreiche Turmalingranulit von Eschelbach führt Plagioklase, deren Auslöschungsschiefe wiederholt zu  $15-16^{\circ}$  und  $1-3^{\circ}$  gemessen wurde. Seine kleineren Individuen durchwachsen zahlreich, aber nicht in perthitartiger Weise, den Orthoklas; derselbe ist durch Spaltbarkeit deutlich gefasert und enthält schwarze längliche und dichroitische Nadelchen in Menge, die man wohl mit Recht auf Turmalin bezieht. Mikroklin ist in geringer Zahl zugegen. Die höchsten vollkommen gegliederten und bei durchfallendem Licht dunkel blauschwarzen, stark dichroitischen Turmaline sind grösstentheils hemimorphisch ausgebildet, sie sind an dem einen Ende mit mehreren Rhomboëdern, am anderen nur mit dem basischen Pinakoid versehen. Flüssigkeitseinschlüsse und zahlreiche schwarze Nadelchen, anscheinend auch Turmalin, werden im Innern von ihm beherbergt.

Der Turmalingranulit von Mantlarn enthält in seinem fein- und zuckerkörnigen Gemenge den Turmalin in kleinen, hirsekorngrossen schwarzen Körnern, denen bemerkenswerthe Eigenschaften fehlen. Bei Ueberwiegen des Plagioklases betheiligen sich ausserdem an seiner Zusammensetzung Orthoklas, Mikroklin, Quarz und Kaliglimmer.

Von gneissartigem Habitus ist der Turmalingranulit von Spielhof bei Pleistein. Im Gegensatz zum vorigen Vorkommen lässt sich unter seinen mineralischen Bestandtheilen Mikroklin gar nicht entdecken; dafür ist trikliner Natronkalkfeldspath der vorherrschende Gemengtheil; Orthoklas tritt auffallend zurück. Der grosse Reichthum an Kaliglimmer, der in verhältnissmässig grossen Blättchen vorhanden ist, macht die Aehnlichkeit mit Gneiss ziemlich unverkennbar. Turmalin führt er nur vereinzelt in Körnern.

Aus derselben Gegend und mit gleicher Structur und ähnlicher Zusammensetzung finden sich zwei untersuchte Granulite von Miesbrunn bei Pleistein. Das eine Vorkommen ist sehr arm an Turmalin, während das andere denselben reichlich führt. Beiden mangelt der Mikroklin bei spärlichem Orthoklasgehalt, aber zahlreicher Führung von Plagioklas, Quarz und Kaliglimmer. Fibrolith ist in beiden Fundorten reichlich zugegen.

Von ähnlicher Zusammensetzung, und im untersuchten Dünnschliffe frei von Turmalin ist ein Granulit von Schönsee. Der Orthoklas zeigt starke Faserung, die zum Theil von Spaltung herrührt, zum Theil durch Interponirung von stabförmigen Lamellen hervorgebracht ist; er ist also Mikroperthit.<sup>1)</sup> Parallel der Faserung löscht die Hauptmasse aus; die Lamellen dagegen

<sup>1)</sup> Siehe ausführlicher pag. 28.

leuchten in dieser Stellung hell auf und zeigen erst bei Drehung des Präparates um  $8-10^\circ$  oder  $15-16^\circ$  Dunkelheit, sie gehören demnach einem Plagioklas zu. Verwachsungen von Orthoklas im Plagioklas in Perthitstructur sind dem Gestein eigenthümlich. Der Plagioklas hält dem Orthoklas das Gleichgewicht und beläuft sich seine Auslöschungsschiefe auf  $14^\circ$ . Ausserdem bedarf der Kaliglimmer und Fibrolith in zahlreichen Putzen noch der Erwähnung.

Der Turmalingranulit vom Ahornberge bei Bärnau führt sporadisch auch Putzen von Granat; schliesst sich aber in Zusammensetzung und Structur den vorerwähnten Turmalingranuliten an. Bei reichlicher Plagioklasführung besitzt er grobfaseriges Gefüge. Am Plagioklas bemerkt man schriftgranitische Verwachsung und Zersetzung in muscovitähnliche Gebilde. Der Orthoklas ist von der gewöhnlichsten Ausbildung und tritt gegen die vorige Feldspathart zurück. Zahlreiche Fibrolithbündel, mit dem sich Sillimanit in breiten Säulen vergesellschaftet, liegen parallel der Schichtung des Gesteins; auch zeigt er die mehrfach genannten Zersetzungsproducte.

Ueberblickt man am Schlusse dieser Beschreibungen die Resultate der Untersuchung, indem man die Granulite des bayerischen Waldes mit den bekannten sächsischen und den noch zu beschreibenden böhmischen und finnländischen vergleicht, so ist nicht zu leugnen, dass ein grosser Theil jener von der charakteristischen Zusammensetzung und Structur dieser abweicht. Das Auftreten der drei Feldspatharten, Mikroklin, Orthoklas und Plagioklas ist in den verschiedensten Vorkommen sehr variabel. Orthoklas zeigt perthitartige Durchwachsung; auch ist die Verwachsung der Feldspathe mit Quarz in schriftgranitischer Weise eine häufige Erscheinung. Der Reichthum an Plagioklas ist im Vergleich zu den übrigen Feldspathen im Durchschnitt ein auffallend starker. Ebenso unterscheiden sie sich durch die fast regelmässige und zahlreiche Führung von hellem Glimmer von anderen Granuliten. Letzterer Punkt könnte sogar vielleicht für Manchen als durchschlagend erachtet werden, diese durch reichliche Beimengung von Muscovit gekennzeichneten Granulite für Muscovitgneisse anzusprechen.

Merkwürdig ist ferner das vollständige Fehlen von Zirkon und der fast gänzliche Mangel an Rutil, die doch sonst zu den charakteristischen Gemengtheilen der Granulite zählen; letzterer kommt nur einmal im Gestein von Täannersberg vor und ersterer ist gar nicht beobachtet worden. Das Gleiche gilt von Cyanit, der in den untersuchten Vorkommen vermisst wurde, während der Sillimanit durch seine Häufigkeit geradezu

überrascht. Auch in der Structur der Granulite ist eine Abweichung zu constatiren; während man sich unter Granulit in der Regel ein feinkörniges Gestein vorstellt, sind die Mehrzahl der bayerischen Granulite mittel- bis grobkörnige Gesteine.

## 2. Granulite von der Eger in Böhmen.

In der Umgebung der beiden Städtchen Klösterle und Kaaden in Böhmen tritt längs der Eger, theils im Bereiche des basaltischen Liesener Mittelgebirges, theils im Gebiete des Saazer Tertiärbeckens ein Stück archaischer Gneissformation zu Tage, welches geologisch noch dem Erzgebirge zugehört. Es trennte sich dieser Complex nach JOKÉLY<sup>1)</sup> zur Zeit der Basalteruption von dem Gneissgebiete des sächsisch-böhmischen Erzgebirges ab, versank in die Tiefe und wurde nachher theils von Basalt, Basaltconglomeraten und -Tuffen, theils von anderen Tertiärgebilden des Egerbeckens bedeckt. Eine Anzahl Schiefergesteine bekunden unzweifelhaft den archaischen Charakter der Ablagerung. Graue Gneisse sind bei Dörnthal und Nickelsdorf entblösst; rothe und zweiglimmerige Gneisse sind zwischen Klösterle und Kaaden aufgeschlossen und Glimmerschiefer geht bei Burgstadtl zu Tage aus. Neben diesen Felsarten, von welchen die letzteren ein ziemlich hohes Niveau in der archaischen Schichtenreihe anzeigen, haben ausserdem Granulite eine ausgedehnte Verbreitung gefunden. In steilen und hohen Felsmassen ragen oberhalb Klösterle zwischen den Ortschaften Wotsch, Warta und Damitz Granulite auf. Dieselben werden hier bekanntlich von fünf mächtigen Basaltgängen durchbrochen, sind in viele Schollen zerstückelt, welche nach den verschiedensten Richtungen einfallen. Zwischen Klösterle und Kaaden sind gleichfalls im zweiglimmerigen Gneisse, allerdings oft kaum 0,25 — 0,50 m mächtige Granulitbänke eingeschaltet. Unterhalb Kaaden gewinnen die granulitischen Gesteine an beiden Ufern der Eger eine ausgedehnte Verbreitung; sie sind einerseits zwischen Kaaden und Neuhof bei St. Lorenz, andererseits bei Seelau und Burgstadtl trefflich aufgeschlossen. Bei Kaaden besitzen die Granulite noch deutliche Schieferung und Schichtung, nehmen aber weiter abwärts eine mehr massige Structur an und zeichnen sich durch kubische und polyëdrische Absonderung aus. Das beinahe massige Gefüge, bei dem indess die Schichtung noch zu erkennen ist, mag wohl F. C. NAUMANN hauptsächlich Veran-

<sup>1)</sup> JOKÉLY, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1857. VIII. p. 546 — 547.

lassung gegeben haben, auf der geologischen Karte von Sachsen diesen Schichtencomplex als Granit auszuscheiden und darzustellen.

In den Jahren 1875 und 1876 habe ich die Granulite an der Eger studirt und das zur Untersuchung verwandte Gesteinsmaterial gesammelt.

Im Allgemeinen besitzen die Granulite an der Eger in Böhmen einen ziemlich gleichbleibenden Charakter und sind fast durchgängig als normale Granulite zu bezeichnen; denn sie sind feinkörnige, schieferige, mehr oder minder mit deutlicher Schichtung versehene Gesteine von zuckerkörnigem Aussehen und weisslicher Farbe; weshalb der alte Name Weissstein für sie wohl Anwendung finden könnte. Hirsekorngrosse Granaten von hyacinthrother, seltener braunrother Farbe, sowie vereinzelte Cyanitsäulchen, Quarzkörnchen und -Lamellen, auch wohl Blättchen von dunklem und lichtem Glimmer sind makroskopisch im Gestein wahrnehmbar. Diese Gesteinsausbildung ist grösstentheils zwischen Warta und Damitz vertreten. Mehrt sich der Glimmergehalt, so gehen Gesteine hervor, welche man auch als glimmerführende oder Glimmergranulite bezeichnen kann; es können hierzu ein grosser Theil der Gesteine unterhalb Kaaden gestellt werden. Durch diese Gesteinsvarietät ist naturgemäss der Uebergang in die verschiedenen Gneissvarietäten gegeben, mit welchen, wie oben bereits angeführt, die Granulite auch geologisch in diesem Gebiete eng verknüpft sind.

Die mikroskopische Beschaffenheit der Granulite, von welchen 15 Präparate angefertigt und untersucht wurden, mag nun im Folgenden dargestellt werden.

Orthoklas und Mikroklin betheiligen sich als Kalifeldspathe an der Zusammensetzung der Granulite. Ein Vorrücken des letzteren über den ersteren ist in allen Vorkommen zu constatiren. In ihrer typischen Ausbildung lassen sie sich leicht von einander unterscheiden, vielfach aber, weil man im Dünnschliff die Lage der Durchschnitte nicht kennt und beide Feldspathe, wie weiter unten besprochen werden soll, durch feldspathige Einlagerungen ähnlich struirt sind, muss die Zuthheilung zum Orthoklas oder Mikroklin oft zweifelhaft bleiben.

In wechselnder Menge treten in allen Vorkommnissen Orthoklase von gewöhnlicher Ausbildung der Beobachtung entgegen; sie sind von Spalten durchzogen, die der Basis und dem Klinopinakoid parallel gehen. Wenn sich die Spalten, namentlich parallel der Längsrichtung mehren und dicht gedrängt auftreten, so erhalten die Orthoklase schon dadurch ein gefasertes Ansehen. Eine ähnliche Erscheinung wird durch die parallele Einlagerung von den bereits kurz erwähnten stabförmigen Lamellen hervorgebracht, die sich bald spärlicher,

bald reichlicher auch in solchen Kalifeldspathen einstellen, die durch Spaltbarkeit und Auslöschungsschiefe sich als Orthoklase charakterisiren. In gleicher Weise finden sich diese eigenthümlichen Interpositionen aber auch in unzweifelhaften Mikroklinen.

In ihrer gewöhnlichsten und häufigsten Formausbildung erscheinen diese Gebilde als längliche, an beiden Enden sich

Figur 2.



allmählich verjüngende cylindrische Stäbchen (Fig. 2, a u. h); seltener sind dieselben an einem Ende nicht zugespitzt, sondern mehr verdickt (b); andere sind keulenförmig gestaltet (c). Bei manchen sind bei etwas grösserer Breite die Längslinien mehr oder weniger wellig ausgebogen (d). Etwas häufiger sind solche stabartigen Formen, deren Enden gleichsam abgeschnitten sind und die somit fast längliche Täfelchen bilden (k, e). Durch Aneinanderlagerung von mehreren tafelförmigen Gebilden entstehen breitere Täfelchen, an denen die Grenzlinien der aufbauenden Theile deutlich wahrzunehmen sind (f). Noch seltener als die letztgenannten Gestalten sind diejenigen Formen, welche zwar ein einheitliches Ganze bilden, aber an ihren Enden sich in mehrere zugespitzte Stäbchen zertheilen (g). Im Querschnitt sind die länglichrunden zugespitzten Stäbchen mehr oder minder oval, oft auch etwas kantig zugespitzt; andere liefern mehr kreisrunde Durchschnitte. Die Querschnitte der tafelförmigen Gebilde sind meist vierseitig.

Auf manchen dieser so gestalteten Lamellen bemerkt man ziemlich quer zu ihrer Längsausdehnung kleine Striche, die entweder bei gewöhnlichem Lichte unter dem Mikroskop oder auch bei Anwendung des Polarisationsapparates sich als lichte Linien darstellen, wenn man die Lamelle auf Dunkel einstellt (h, i, k). Es lässt sich diese Erscheinung, wie unten gezeigt werden wird, nur als Zwillingsstreifung eines Plagioklases deuten. Je mehr der ganze Feldspath durch die beginnende Zersetzung angegriffen erscheint, je mehr stellen sich die Querlinien auf den Lamellen ein. Letzterer Umstand scheint für Spalten zu sprechen; doch kommen beide Erscheinungen, Zwillingsstreifung und Spaltenbildung in Folge von Zersetzung wohl gleichzeitig vor.



Ihrer mineralogischen Natur und Gestalt nach stimmen die besagten Lamellen mit denjenigen überein, welche von mir zuerst in den Kalifeldspathen der sächsischen Granulite beobachtet und beschrieben<sup>1)</sup> worden sind. Dass eine Feldspathart in diesen Gebilden vorliegt, ist schon damals von mir wahrscheinlich gemacht worden. Die sächsischen Granulite waren zu weiterer Verfolgung dieser Frage nicht besonders tauglich, weil sie meist zu feinkörnig sind und auch bei größerem Korn immerhin zu feine Lamellen liefern. Ein geeigneteres Material fand sich dagegen in den böhmischen Granuliten vor. Das Ergebniss meiner Untersuchungen, die bereits im vorigen Frühjahr abgeschlossen wurden, stimmt recht gut mit den Resultaten der Untersuchungen von C. BECKE<sup>2)</sup>, welche vor Kurzem und noch vor Drucklegung dieser Arbeit veröffentlicht worden sind, überein. Er untersuchte sogenannte faserige Orthoklase aus dem Gneiss des Saubachthals bei Stein aus dem Gebiete des niederösterreichischen Waldviertels; von denselben erhielt er zu krystallographischen und optischen Untersuchungen brauchbare Spaltstücke. Er kommt zu dem Resultat, dass die cylindrischen Lamellen einem Kalknatronfeldspathe und zwar einem Oligoklas-Albit angehören. BECKE betont zugleich die Schwierigkeiten, die Hauptsubstanz der faserigen Feldspathe immer sicher dem Orthoklas oder Mikroklin zuzuweisen. Dies berücksichtigend, schlägt er vor, diese mikroskopische Verwachsung von Kalknatronfeldspath, wie solche bereits vom Perthit her auch makroskopisch bekannt ist, als Mikroperthit zu bezeichnen; ein Name, den ich für Wesen und Ausbildungsweise dieser so gearteten Feldspathe ganz passend gewählt finde.

Brauchbare Spaltungsstücke lieferten auch die böhmischen Granulite wegen ihrer verhältnissmässig grossen Feinkörnigkeit nicht; doch fanden sich in Dünschliffen zahlreiche Durchschnitte von Mikroperthiten, in welchen die cylindrischen Lamellen ziemlich weitläufig eingelagert waren. Derartige Durchschnitte wurden nun auf die Auslöschungsschiefe, sowohl in ihrer Hauptmasse, als auch der in denselben interponirten Lamellen geprüft. Die Hauptfeldspathsubstanz (a) und die Lamellen (b) ergaben in einem Schlicfe von dem Granulit bei Warta (nach dem zweiten Basaltgange) folgende Werthe:

a.  $15^{\circ}$ , b.  $4^{\circ}$ ; a.  $16^{\circ}$ , b.  $3^{\circ}$ ; a.  $16^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $14^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $15^{\circ}$ , b.  $4^{\circ}$ ; a.  $14^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $8^{\circ}$ , b.  $21^{\circ}$ ; a.  $8^{\circ}$ , b.  $21^{\circ}$ .

Berücksichtigt man beide Auslöschungsschiefen, so ist wohl ziemlich sicher, dass Schnitte parallel P und M gemessen wurden.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1877. pag. 290.

<sup>2)</sup> TSCHERMACK'S mineral.-petrogr. Mitth. 1881.

Die Hauptsubstanz würde sonach dem Mikroklin, der hier keine Gitterstreifung zeigt, angehören, während die Lamellen auf Plagioklase von der Zusammensetzung der Oligoklas- und Albitreihe verweisen.

In gleichen Feldspathen aus einem anderen Granulit von Warta wurden folgende Auslöschungsschiefen gefunden: a.  $15^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $15^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $15^{\circ}$ , b.  $2^{\circ}$ ; a.  $15^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $15\frac{1}{2}^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $16^{\circ}$ , b.  $2^{\circ}$ ; a.  $16^{\circ}$ , b.  $4^{\circ}$ ; a.  $15^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $14^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ ; a.  $12^{\circ}$ , b.  $0^{\circ}$ . — Auch in diesem Vorkommen sind Schnitte parallel P zahlreich vorhanden und zeigt die Auslöschung der Lamellen vorherrschend Plagioklase der Oligoklasreihe an, während die Hauptmasse wiederum zum Mikroklin gestellt werden muss. Bei einer nicht geringen Anzahl von Durchschnitten der verschiedenen Vorkommen löscht die Hauptmasse der faserigen Feldspathe zwischen  $0^{\circ}$  und  $5^{\circ}$  aus, während die Lamellen theils bei  $14$ — $15^{\circ}$  theils bei circa  $17^{\circ}$  dunkel erscheinen. Es liegt hier in der Hauptsubstanz ohne Zweifel Orthoklas vor, während die Lamellen der Oligoklas-Albitreihe angehören.

Zu denselben Resultaten wie bei diesen Mikroperthiten gelangt man bei Untersuchung von Mikroklinen mit ausgezeichnet Gitterstructur, welche gleichfalls diese cylindrische Lamellen eingeschaltet enthalten. Bei gekreuzten Nicols zeigen die in Rede stehenden Lamellen zwischen  $0^{\circ}$  und  $2^{\circ}$  die grösste Dunkelheit, während die gegitterte Hauptmasse grösstentheils erst zwischen  $15^{\circ}$  und  $16^{\circ}$  das Maximum der Dunkelheit erreicht. Die letztere Auslöschung bekundet, dass der Mikroklin in Schnitten parallel P vorliegt, deshalb muss man für die in ihm eingelagerten Lamellen einen Plagioklas annehmen, der dem Oligoklas nahe steht. So stützt die Beobachtung an den Lamellen des Mikroklins die Bestimmungen am Mikroperthit wesentlich. Berücksichtigt man nun die Auslöschung der Lamellen und die auf denselben beobachtete Zwillingsstreifung, so dürfte die Plagioklasnatur derselben auch im Mikroperthit der Granulite feststehen. Für die faserigen Feldspathe der sächsischen Granulite möchte ich den Namen Mikroperthit fernerhin auch angewendet wissen.

Die Ausbildung des Mikroklins ist eine recht manichfaltige. Von besonderer Schönheit ist die ächte Gitterstructur an ihm in diesen Granuliten zu beobachten. Die Schnitte parallel M, in welchen die Zwillingslamellen nur als flammenartige dünne Streifen erscheinen, die sich aber von den cylindrischen stabförmigen Lamellen in der Regel verschieden zeigen und sich deshalb meist unterscheiden lassen, sind gleichfalls nicht selten; zumal viele dieser Durchschnitte, ebenso wie viele gegitterte,

dieselben nicht führen. Eine undulöse Auslöschung wird gerade an derartig ausgebildeten Mikroklinen häufig beobachtet. Indess ist die Bethheiligung der stabförmigen Lamellen am Aufbaue der Mikrokline dieser Granulite ungemein häufig, sogar charakteristisch und liefert Figur 3 ein Bild von dieser eigenthümlichen Verwachsung.

Figur 3.



Kommen nun beide, stabförmige und flammenartige Lamellen zusammen und dicht gedrängt in Schnitten parallel M vor, so ist eine Unterscheidung in den meisten Fällen nicht gut möglich. In diesem Falle ist die Anwendung des Namens Mikroperthit, mag nun die Hauptsubstanz der Feldspathe Mikroklin oder Orthoklas sein, ein treffliches Auskunftsmittel; indess auf die durch gegitterte Structur wohl gekennzeichneten Mikrokline, wenn auch diese stabförmigen Lamellen in ihnen interponirt sind, möchte diese Bezeichnung doch nicht anzuwenden sein.

Als Interpositionen von fremden Mineralien in den Kalifeldspathen, also im Orthoklas, Mikroperthit und Mikroklin sind Quarz, Granat, Disthen, Sillimanit, Rutil und Biotit namentlich hervorzuheben. Der Quarz ist nicht nur in einzelnen rundlichen Körnern im Innern derselben eingesprengt, sondern greift auch hin und wieder in feinen stengeligen Gebilden randlich darin ein und bringt so die schriftgranitische Verwachsung derselben hervor, welche allerdings nicht so häufig und so zierlich, wie z. B. in den sächsischen und finnländischen Granuliten entwickelt ist. Recht zahlreich durchspickt der Sillimanit als feinste Nadelchen (Fibrolith), aber auch in breiteren gegliederten Säulchen die Kalifeldspathe, so dass durch dieselben und die stabförmigen Plagioklaslamellen, namentlich bei gekreuzten Nicols ein recht buntes Bild entsteht.

Zersetzungserscheinungen sind bei dem durchgängig recht frischen Gesteine eine seltene Erscheinung. Ein Trübung längs der Spalten und Plagioklasstäbe kommt nicht selten vor, und scheint die Bildung von weisslichgrauen feinkörnigen Zersetzungsproducten (Kaolin) dadurch eingeleitet zu werden.

Der Plagioklas bildet neben den vorerwähnten Feldspathen gleichfalls einen stetigen und Hauptgemengtheil der Granulite. Obwohl er meist in seiner Menge gegen dieselben zurücksteht, so beträgt er nach vielfachen Schätzungen in vielen Präparaten durchschnittlich ein Zehntel der gesammten Feldspathmasse, ist aber auch in einigen Vorkommen (Kaaden an der Brücke, Warta nach dem zweiten Basaltgange) fast in gleicher Menge wie Mikroklin und Orthoklas vorhanden. Neben Quarz theiligt er sich gern an der Zusammensetzung der sogenannten Bindemasse des Gesteins. Durchgängig von seltener Frische

zeigt er zwar, wie zahlreiche Messungen dargethan haben, eine variable Auslöschungsschiefe, die indess immerhin eng begrenzt ist und meist zwischen  $3-6^{\circ}$  liegt. Die häufig gefundenen Werthe sind  $2-3^{\circ}$ ,  $5-6^{\circ}$ ,  $1-2^{\circ}$ , seltener  $13-14^{\circ}$  und  $10^{\circ}$ . Im Gegensatz zu anderen Granuliten ist hier die schriftgranitische Verwachsung viel seltener und nicht in besonderer Schönheit entwickelt; das Auftreten von kleinen rundlichen Quarzkörnchen ist häufiger zu beobachten. Als anderweite Interpositionen sind Rutil, Fibrolith in feinsten Nadelchen, sowie etwas spärlicher auftretend Granat und Biotit zu nennen.

Wie in allen Granuliten zählt der Quarz auch in den Granuliten von der Eger zu den Hauptgemengtheilen. Er ist in Körnern und kurzen, dicken Lamellen, von welchen die ersteren einen Durchmesser von  $0,5-1,5$  mm besitzen schon makroskopisch im Gestein wahrnehmbar. Er hat alle Eigenschaften, wie solche an den Quarzen der krystallinischen Schiefergesteine genugsam beschrieben worden sind. Feste Einschlüsse beherbergt er in grosser Zahl und sind als solche, Quarzkörnchen, Rutil, Fibrolith, Disthen, Biotit und kleine Granaten anzuführen. Flüssigkeitseinschlüsse sind oft in grosser Zahl darin enthalten. Sie sind überwiegend wohl nur von wässriger Natur. In einem Dünnschliff von Warta wurde indess auch flüssige Kohlensäure als Füllung der kleinen bläschenartigen Hohlräume bestimmt und liessen sich in einem einzigen Quarze fünf solcher Einschlüsse nachweisen. Bei Anwendung des FUSS'schen Erwärmungsapparates und des Objectivs Nr. 4 von HARTNACK verschwanden die leicht beweglichen Libellen der Hohlräume bei  $30-31^{\circ}$  C.; es erschienen jedoch dieselben bei eintretender Abkühlung des Objects allmählich wieder. Unter den zahlreichen Granuliten, die ich seit Jahren zu untersuchen Gelegenheit hatte, das erste und bisher einzige Vorkommen von liquider Kohlensäure im Quarze der Granulite.

Während der Disthen hin und wieder in kleinen, kaum etwas über 1 mm langen Säulchen in den Granuliten von der Eger verstreut ist, wurde die andere in den Granuliten so häufige Modification der kieselsauren Thonerde, der rhombische Sillimanit makroskopisch in den untersuchten Handstücken nicht wahrgenommen. In Dünnschliffen treten jedoch beide Mineralien in ziemlicher Menge der Beobachtung entgegen, was man nach dem makroskopischen Befunde eigentlich nicht erwarten sollte; zugleich schliesst die Gegenwart des einen durchaus nicht das Vorhandensein des anderen aus.

Wie auch in anderen Gesteinen, verliert der in der Regel mit himmelblauer Farbe ausgestattete Disthen oft im Dünnschliff seine Farbe und ist wasserklar; oder er behält seine bläuliche Farbe nur an bestimmten Stellen bei. In letzterem Falle haben

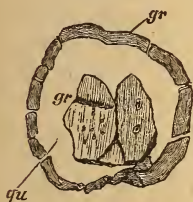
seine Durchschnitte oft ein eigenthümliches wolkiges Ansehen. Der Disthen ist entweder in leistenförmigen Säulen oder länglichrunden Krystalloiden ausgebildet, die achtseitigen Querschnitte sind alsdann von vier längeren und vier kürzeren Seiten begrenzt oder liefern rundliche Querschnitte. Die grösseren Individuen sind von Längs- und Querspalten durchzogen, durch welche sie in rhombische Felder getheilt erscheinen. Zwillingkrystalle, bei welchen die Zwillingnaht parallel der Längsausdehnung verläuft, sind nicht gerade selten. Durch seine Auslöschungsschiefe, welche  $25^{\circ}$ — $30^{\circ}$  beträgt lässt sich der Disthen auch in seinen kleinsten, dem Sillimanit ähnlichen Individuen doch von demselben unterscheiden. An Einschlüssen ist er nicht besonders reich. Rutilnadelchen, Quarzkörnchen und einigemal Granat sind hier zu nennen. An seinen Rändern und auch auf Spalten unterliegt er gern der Zersetzung in an Muscovit erinnernde Blättchen und Fäserchen, die vielleicht die Zusammensetzung des Paragonits besitzen.

Der Sillimanit bildet in diesen Granuliten in der Regel dünne Säulchen und feinste strichähnliche Nadelchen (Fibrolith). Die letzteren durchspicken alle übrigen Gesteinsgemengtheile oft in grosser Menge und sind namentlich gern Gäste in den Kalifeldspathen, welche oft dicht erfüllt sind von langen farblosen Nadelchen und vierseitigen Querschnitten derselben. Die Granulite von Warta und Aubach verdienen in dieser Beziehung besonderer Erwähnung.

Zu den Gemengtheilen der Granulite zählt fernerhin der Granat. Die makroskopisch hyacinthrothen Granaten sind unter dem Mikroskop meist farblos oder höchst schwach röthlich gefärbt; die makroskopisch braunroth gefärbten Individuen desselben liefern jedoch Durchnitte mit lebhaft lichtbräunlichrother Farbe. Seine Grösse ist selten über hirsekorngross; kleinere Dimensionen bis zur mikroskopischen Winzigkeit besitzen aber viele seiner Individuen. Seiner Gestalt nach bildet er entweder rundliche, oft mehr oder minder in die Länge gezogene Durchschnitte, oder auch solche, welche vier-, sechs- oder achtseitig begrenzt sind; sie verweisen auf Krystalle des Rhombendodekaëders, die achtseitigen wohl auf das Ikositetraëder. Zahlreiche unregelmässig verlaufende Sprünge durchziehen die Körner und Krystalle des Granats; dagegen vermisst man die Zersetzung an ihm fast stets. — Wie überall in den Granuliten und in anderen krystallinischen Schiefen, sind die Granaten reich an Einschlüssen. Seltsamer Weise sind kleine Granatkörner und -Krystalle, sowie auch Flüssigkeitseinschlüsse seltene Gäste darin und wurden ausnahmsweise in den Granuliten zwischen Kaaden und Klösterle beobachtet. Recht reichlich theiligt sich als Einschluss in denselben Rutil; er ist bald in

rundlichen Körnern, bald in scharf begrenzten Kryställchen, bald in feinsten Nadelchen in sagenitischer Verwachsung zugegen; die Granaten der Granulite von Warta und einige unterhalb Kaaden sind besonders reichlich damit versehen. Fibrolith findet sich im Granat des Granulits von der Brücke in Kaaden, sowie in einigen Dünnschliffen der Granulite zwischen Wotsch und Warta. Biotitblättchen trifft man häufiger eingelagert in den Fundorten unterhalb Kaaden. Manche Granatkörner sind von bestimmten Einschlüssen fast ganz erfüllt; das ist so zu verstehen, Quarz oder Feldspath, auch Disthen und Sillimanit bilden einen Kern, um welchen als ziemlich dünne Schale Granatsubstanz gelagert ist, sodass sie kranz- oder kreisförmig jene Mineralien umgiebt. Unter anderen fand sich in einem Granulit von Kaaden ein derartiges Granatkorn. Der innerste Kern (gr) desselben wird von rundlicher Granatsubstanz eingenommen, darauf folgt als fast vollständiger Ring eine dünne Schicht von Quarz (qu) und um beide lagert sich wiederum ringförmig Granatsubstanz (gr), welche aus einzelnen Stücken bestehend wieder

Figur 4.



derum zu einem dünnen Kranze zusammengefügt ist. Figur 4 giebt von dieser Aggregation von Quarz und Granat das entsprechende Bild. Es erinnert diese Ausbildungsweise an die sogenannten Granatperimorphosen von Auerbach, deren richtige Deutung von A. KNOB<sup>1)</sup> gegeben wurde. Aehnliche, nicht nur so zierlich ausgebildete kranzartige Granaten, wie der beschriebene, wurden noch in den Granuliten von Warta,

bei Kaaden und unterhalb Kaaden, Seelau gegenüber, beobachtet. Die Granaten sind auch vielfach als Einschlüsse in den übrigen Gemengtheilen anzutreffen.

Ihre Vertheilung in den Granuliten ist oft regellos; oftmals bringen sie jedoch im Verein mit anderen Gesteinsbestandtheilen, namentlich mit Biotit, Quarz, Cyanit und Sillimanit die Schichtung des Gesteins hervor. So reihen sich beispielsweise in einem Granulit von Wotsch kleine Granatkörner und Granatkryställchen schnurförmig so dicht an einander, dass höchst selten ein Cyanitsäulchen oder Apatitkörnerchen die Reihe unterbricht, während Biotit sich denselben parallel anlagert. Durch diese eigenthümliche Vereinigung und linienförmige Anordnung beider Mineralien entsteht die Schichtung des Granulits.

In nicht gerade zahlreicher Verbreitung, also als accessorischer Gemengtheil tritt in allen Granuliten der Eger Rutil auf. Er bildet rundliche Körnchen oder säulenförmige Kryställ-

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. 1858. pag. 33.

chen von tetragonaler Form, an welcher man Prisma und Pyramide erkennt. Ihre Farbe ist bald honiggelb, bald braunroth; sie sind stark lichtbrechend und löschen bei gekreuzten Nicols parallel ihrer Längsausdehnung aus. Ihre Bestimmung als Rutil gündet sich auf folgende Beobachtungen. In einem glimmerführenden Granulit unterhalb Kaaden wurden mittelst der Lupe einige bräunlichrothe, kaum hirsekorn-grosse Körnchen beobachtet und herauspräparirt. Unter dem Mikroskop zeigten sie die oben beschriebenen Eigenschaften und in der Phosphorsalzperle erhielt man deutlich die Titanreaction.

Von gleicher Beschaffenheit wie die gerundeten Körner und Kryställchen erweisen sich aber auch die unter einem Winkel von  $65^{\circ} 35'$  verzwilligten Kryställchen, wie solche verhältnissmässig häufig, bald in scharfer, bald in verkrüppelter Formausbildung namentlich in den Präparaten der Granulite, von Warta, Kaaden und Aubach vorkommen.

Neben dieser für Rutil charakteristischen knieförmigen Zwillingsbildung nach  $P \infty$  sind ziemlich häufig (Granulite von Aubach, Warta) sehr feine, lange gelbliche, grell polarisirende Nadelchen, entweder einzeln oder unter ziemlich spitzen Winkeln mit einander aggregirt in den verschiedensten Gemengtheilen eingewachsen. Auch diese Nadelchen müssen, da sie Sagenit-artig verwachsen sind, als Rutil angesprochen werden. Es wurde bei den ausgeführten Messungen an denselben eine Zwillingsverwachsung sowohl nach dem gewöhnlichen Gesetz, Zwillingsebene  $P \infty$ , als auch eine Verwachsung unter einem Winkel von circa  $55^{\circ}$  wahrgenommen. Beide Zwillingsverwachsungen sind bekanntlich an der mit dem Namen Sagenit belegten Rutilform aus der Schweiz von KENNGOTT constatirt worden.

Manche Rutilkörnchen sind theilweise von einer schwarzen Rinde bekleidet, welche auf eine Verwachsung von Titaneisen oder Eisenglanz mit Rutil schliessen lässt. Von den Sprüngen, welche mitunter Körnchen und Kryställchen des Rutils durchsetzen, geht zuweilen eine Alteration der Rutilsubstanz aus; sie besteht zu allererst in einer schwärzlichen bis grauschwarzen Trübung und feinsten Durchlöcherung der mineralischen Substanz, welche sich nach und nach mehrt und schliesslich ein grauweissliches pulverförmiges Zersetzungsprodukt liefert, das bekanntlich von v. LASAULX mit dem Namen Titanomorphit bezeichnet wurde.

In vier Präparaten, zwei von Warta und zwei von Kaaden sind wenige kurze säulenförmige Kryställchen von tetragonalem Prisma und Pyramide begrenzt, eingewachsen. Dieselben brechen das Licht fast stärker, als die Rutil, sind farblos, schwachbläulich oder stahlblau durchscheinend. Diese Kryställchen

möchte ich als Zirkon ansprechen. Ob auch ein Theil der honiggelben Kryställchen und Körnchen dem Zirkon zugehört, muss vorläufig dahin gestellt bleiben.

In den meisten Granuliten ist Biotit, wenn auch in wechselnder Menge als Gesteinsbestandtheil zu constatiren; er fehlt nur in zwei oberhalb des zweiten Basaltganges bei Warta gesammelten Handstücken. Er ist in Längs- und Querschnitten lichtbraun gefärbt; die letzteren sinken oft zu mikroskopischen Dimensionen herab. In einem Granulit zwischen Wotsch und Warta enthält er zahlreiche schwarze strichähnliche Nadelchen, die sich unter spitzem Winkel kreuzen. Ein Granulit von Kaaden führt in einem Biotitblättchen einige dünne, honiggelbe Rutilnadelchen in sagenitischer Verwachsung. Da nun andere Glimmerblättchen desselben Gesteins ähnliche, schwärzliche, nur selten etwas gelblich durchscheinende Nadelchen in gleicher Verwachsung wie aus dem Granulit von Wotsch beherbergen, so liegt die Vermuthung nahe, dass auch diese nadelförmigen Interpositionen von gleicher mineralischer Natur, also Rutil sind.

Nur ein einziges Mal (Warta) sind Biotit-Blättchen in Umwandlung begriffen; sie sind stärker als gewöhnlich gefasert und längs der Spalten dunkelgrün gefärbt. Ein Granulit zwischen Klösterle und Kaaden und einer von Aubach führt auch verhältnissmässig viele Muscovitblättchen, die mitunter mit Biotit verwachsen sind.

In den glimmerführenden Granuliten stellt sich als accessorischer Gemengtheil auch Apatit ein. In einigen Granuliten (zwischen Wotsch und Warta, zwischen Klösterle und Kaaden, bei der Brücke in Kaaden und endlich in einem unterhalb Kaaden) ist er in rundlichen Körnern, die einen Durchmesser von 1,0—1,5 mm haben und zahlreiche kleine Flüssigkeitseinschlüsse führen, zugegen. Im durchfallendem Lichte von milchig-weisser Farbe, und schon dadurch vom Quarz sich abhebend, lassen sie sich von demselben und vom Cyanit durch ihre schwachen Polarisationsfarben bei gekreuzten Nicols recht wohl unterscheiden. Bei ihrer Vertheilung in der Gesteinsmasse sind sie regelmässig an die Nachbarschaft von Biotit und Granat gebunden.

### 3. Granulite aus Lappmarken in Finnland.

Die wenigen Granulite aus dieser entlegenen Gegend, welche hier zur Beschreibung gelangen, sind in kleinen Stücken im Museum der Universität Leipzig aufbewahrt und verdanke ich der Güte des Herrn Professor ZIRKEL das zur Untersuchung verwandte Material. Es ist dasselbe von dem auf einer Studien-



reise durch Deutschland für die geologische Wissenschaft seines Heimathlandes in Leipzig 1877 zu früh verstorbenen Dr. A. MAURITZ JERNSTRÖM aus Helsingfors gesammelt und nach seinem Tode dem Leipziger Museum geschenkt worden. Es ist das freilich nur der allergeringste Theil der schönen Sammlung von Granuliten, welche JERNSTRÖM aus Lappmarken auf seinen geologischen Forschungsreisen in den Jahren 1868, 1871 und 1872 zusammengebracht und die er in Leipzig, wo ich dieselbe wiederholt bei ihm zu sehen Gelegenheit hatte, auch mikroskopisch zu untersuchen gedachte. Bereits im Jahre 1874 hat er in einer grössern Abhandlung <sup>1)</sup> die Granulitformation Lappmarkens in überaus klarer und gründlicher Weise geschildert.

Dieser Arbeit und den seiner Zeit mit ihm gepflogenen Gesprächen über die Granulitformation Lappmarkens entnehme ich zunächst die folgenden Mittheilungen, welche, da die Untersuchungsergebnisse JERNSTRÖM's in Deutschland unbekannt geblieben zu sein scheinen, vielleicht willkommen sein dürften.

Die Granulitformation von finnisch Lappmarken, ist ein integrirender Bestandtheil der archaischen Schieferformation Lappmarkens und ist, soweit die JERNSTRÖM'schen Untersuchungen reichen und durch seine Karte belegt wird, in ansehnlicher Breite, nämlich östlich von dem Flusse Tana bis zum See Inarisjö oder Enara entwickelt. Ihre Längserstreckung ist noch bedeutender, — es liegt das kartographisch dargestellte Gebiet zwischen dem 68° und 70° nördlicher Breite, doch streicht dieselbe noch erheblich weiter nach Nord und Süd fort.

Der archaische Complex gliedert sich in eine untere und obere Gneissformation, zwischen welchen die Granulitformation lagert. Die untere Gneissformation ist aufgebaut aus Hornblendegneiss, Hornblendeschiefern, Quarzitschiefern und Lagergraniten. Die obere Gneissformation besteht dahingegen vorherrschend aus Glimmer- und Hornblendegneiss. Uebergänge zwischen den drei archaischen Horizonten finden in der Weise statt, dass im oberen Niveau des unteren schon Granulite eingelagert sind, wie auch im Granulithorizont nach oben sich Glimmergneisse reichlicher einstellen. Es findet zwischen den drei, jedenfalls gleichwerthigen Horizonten vollständige Uebereinstimmung in der Lagerung statt. Im nördlichen Theile herrscht in dieser archaischen Formation durchschnittlich ein Streichen von N. nach S. mit geringer westlicher Abweichung, weiter, südlicher wendet sich jedoch dasselbe noch mehr nach W. und verläuft von NW. nach SO. Das Fallen ist fast immer nach O. gerichtet und ist dasselbe im nördlichen Districte naturgemäss ein rein

<sup>1)</sup> Material till Finska Lappmarkens Geologie. (Med en geolog. karta och profiler.)

östliches, im südlicheren Theile ein nordöstliches; im Allgemeinen ist es verhältnissmässig steil, nämlich  $50^{\circ}$  bis  $70^{\circ}$ . —

Höchst interessant und beachtenswerth ist die Mannichfaltigkeit der Gesteinsausbildung der Granulite aus Finnland-Lappmarken. Nicht nur typische normale Granulite, sondern auch glimmerführende Granulite sind in reichlicher Menge im Gebiete verbreitet; dazu gesellen sich noch als weitere Varietäten Turmalingranulite und die durch putzenartig eingestreute Hornblendenadeln charakterisirten Forellengranulite. Die innige Beziehung der letzteren zu dunklen Granuliten, als deren Zusammensetzung Hornblende, ein glimmerartiges Mineral, Feldspath, Quarz, brauner Granat und Magnetit angegeben werden, verdient deswegen hervorgehoben zu werden, weil sie eine ähnliche geologische Stellung innerhalb der Granulitformation Lappmarkens einnehmen, wie die Pyroxengranulite in der sächsischen Granulitformation. Wechsellagerungen zwischen den einzelnen Granulitvarietäten ist die Regel, wie auch innerhalb der Granulitformation Oligoklasführende Gneisse mit jenen durch Wechsellagerung verknüpft sind.

Die normalen typischen Granulite sind schieferige bis flaserige, feine bis mittelkörnige Gesteine, welche nach JERNSTRÖM aus Orthoklas, Quarz in plattgedrückten Körnern und Linsen, rothem und braunem Granat von mikroskopischer Kleinheit bis zu Körnern von 1—3 Linien Durchmesser bestehen und wohl auch accessorisch schwarzen Glimmer führen.

Als seltene zufällige Gemengtheile der normalen und glimmerführenden Granulite giebt JERNSTRÖM noch Oligoklas, Disthen, Buchholzit, Graphit und Eisenkies an.

Von den fünf normalen Granuliten, welche mikroskopisch untersucht werden konnten, entstammen vier aus dem südlichen Theile der Granulitformation und zwar drei aus der Gegend von Kultala und einer von Vahtamapää; der Fundort des fünften liegt im nördlichen Districte derselben; er ist nämlich Outakoski am Tanaelf.

In ihrer mikroskopischen und makroskopischen Ausbildung sowie in ihren Bestandtheilen sind dieselben so ähnlich, dass ihre Beschreibung möglichst gedrängt gegeben werden kann.

Der Feldspath ist als Orthoklas, Plagioklas und Mikroklin und zwar in wechselnder Quantität in diesen Granuliten zugegen.

Der Orthoklas ist durch Spaltbarkeit und durch Interponirung von den bekannten feinen stabförmigen Lamellen von flaseriger Beschaffenheit charakterisirt, und demnach ein Mikroperthit. Auf manchen breiteren Lamellen wurden hin und wieder bei Dunkelstellung lichte Linien wahrgenommen, die entweder der Zwillingstreifung der Plagioklase entsprechen, oder nur auf Spaltung zurückzuführen sind. Die Auslöschung der Hauptmasse

des Feldspaths betrug  $0-4^{\circ}$ , während die Lamellen erst bei  $14-15^{\circ}$  Dunkelheit zeigen, sodass in den letzteren ein Plagioklas (Oligoklas) vorliegt. Am Rande sind manche Orthoklase höchst zierlich von Quarzstengelchen schriffgranitisch durchwachsen. Im Innern fehlt eine solche Verwachsung fast stets, nur selten sind daselbst einzelne Quarzkörner zu beobachten. Im Allgemeinen sind die Orthoklase von seltener Frische. An den Präparaten von Kultala und Vahtamapää ist eine Trübung längs der Faserung zu beobachten, welche bei starker Vergrösserung sich in weissliche oder grauweissliche Körnchen und Fäserchen auflöst. Diese Zersetzungserscheinung liefert als Umwandlungsprodukt Kaliglimmer und vernuthlich auch Kaolin.

Der Plagioklas zeigt auch in diesen Granuliten eine mannichfaltige Ausbildung. In Folge zwiefacher Zwillingungsverwachsung besitzen sie häufig eine gegitterte Structur. An anderen bemerkt man eine prächtige und reichliche Durchwachsung von stengeligem Quarz, wovon Figur 5 ein in einem Granulit von

Figur 5.



Kultala entnommenes Bild entwirft. Nach ihrer Auslöschungsschiefe scheint hauptsächlich eine bestimmte Feldspathmischung zu überwiegen; denn die vorgenommenen zahlreichen Messungen ergaben dafür an allen Fundpunkten denselben Werth; nämlich am meisten  $18^{\circ}$ , seltener  $14^{\circ}$  und in einem Präparat von Kultala fanden sich mehrere Plagioklase mit einer Auslöschung von  $25^{\circ}$  beiderseits. Seine Betheiligung an der Zusammensetzung der Granulite ist eine wechselnde. Die übrigen Feldspathe übertrifft er in den Vorkommnissen von Kultala. In den Granuliten von Outakoski und Vathamapää spielt er dagegen nur die Rolle eines accessorischen Gemengtheils.

Dem Mikroklin kommt im Verhältniss zum Orthoklas und Plagioklas eine untergeordnete Stellung zu, obwohl man denselben deshalb noch nicht zu den accessorischen Gemengtheilen zu stellen braucht, denn es ist jedenfalls klar, dass neben den

so charakteristischen und unverkennbaren gegitterten Durchschnitten auch ein Theil dieser Feldspathspecies in Schnitten parallel M zugegen sein muss, deren Unterscheidung vom Orthoklas bei der regelmässigen Kleinheit der Individuen wirklich schwierig, ja oft unausführbar ist. In einem Dünnschliff von Kultala bildet der Mikroklin auch einige grössere Individuen, die in ächt perthitartiger Weise von Plagioklas in Schnüren und Körnern, an denen die Zwillingsstreifung deutlich ausgeprägt ist, durchdrungen werden.

Auch die gegitterten Mikrokline enthalten die stabförmigen feldspathigen Lamellen eingeschlossen, die jedoch wegen der Kleinheit des Wirthes von sehr geringer Grösse sind und dicht gedrängt neben oder über einander liegen. Der Mikroklin ist meist in dem Bindegewebe der Felsart vertheilt. In einem anderen Schlicke von Kultala fehlt der Mikroklin gänzlich, wenigstens konnten keine deutlich gegitterten Durchschnitte in demselben wahrgenommen werden. Im Granulit von Outakoski sind auch nur etliche, durch besondere Kleinheit ausgezeichnete Durchschnitte parallel P bestimmt nachweisbar.

Der bald hyacynth- bald braunrothe Granat ist nur in Körnerform der Beobachtung entgegen getreten und birgt als Gäste oft kleine wohlkrystallisirte Granaten, Quarzkörnchen, Rutil in Körnern und Nadelchen, wohl auch Turmalinsäulchen, aber höchst selten Flüssigkeitseinschlüsse.

Durchschnittlich zeigen sich die untersuchten Granulite aus finnländisch Lappmarken durch Reichthum an Quarz aus. In dieser Beziehung ist besonders hervortretend der Granulit von Outakoski, in welchem er die gesammte Feldspathmasse an Zahl und Grösse seiner Individuen übertrifft. Auffallend in den Quarzen aller hier genannten Fundorte ist die Armuth an Flüssigkeitseinschlüssen, ja oft das Fehlen derselben; es gelang mitunter erst bei 800facher Vergrösserung einige winzige Flüssigkeitseinschlüsse aufzufinden. Häufiger sind schwarze, strichähnliche Nadelchen eingewachsen, die man zum Theil wohl als Turmalin ansprechen darf, da einige Male starker Dichroismus an ihnen wahrgenommen werden konnte. Andere feine, gelblichbraune Nadelchen, oft unter spitzem Winkel wie der Sagenit aggregirt, gehören vermuthlich dem Rutil an, von welchem auch einige grössere Körner im Quarz eingebettet sind.

Der Sillimanit theiligt sich in geringer Menge als ziemlich breite Säulen, die keine bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten zeigen, an der Zusammensetzung jedes dieser Granulite. Weder seine feinfilzige Abänderung, der Fibrolith, noch der ihm chemisch verwandte Disthen sind in den untersuchten Dünnschliffen angetroffen worden.

In fast allen Granuliten bemerkt man schon mit unbe-

waffnetem Auge oder mit Hülfe der Lupe wie feinsten schwarzen Staub aussehende Körnchen, deren Zahl sich unter dem Mikroskop etwas vermehrt. Es sind fast durchgängig rundliche, oft unregelmässig verzogene und zertheilte Körner mit starkem Metallglanz. Manche derselben werden bald am Rande, bald in der Mitte durchscheinend und sind alsdann von ledergelber Farbe, seltener sind die Durchschnitte bläulich durchscheinend. Wahrscheinlich haben wir in vielen dieser so gearteten Körner Rutil in der Zusammensetzung des Nigrins vor uns. Ein anderer Theil dieser Gebilde ist dem Eisenglanz zuzutheilen und möchten wir alle mehr oder minder sechsseitig begrenzten Täfelchen und Körner hierzu rechnen. Kleine gelblichbraune Nadelchen und Kryställchen von tetragonaler Form können vielleicht gleichfalls auf Rutil bezogen werden.

Endlich lässt sich unter den schwarzen Körnern und auch in einigen Kryställchen, beide durch blauschwarze Farbe und starken Dichroismus ausgezeichnet, Turmalin bestimmen.

Apatit wurde nur einmal in einem Granulite von Kultala beobachtet. Er bildet, wie in krystallinischen Schiefergesteinen überhaupt, rundliche, verhältnissmässig grosse und in der Nähe des Granats liegende Körner, die durch schwache Polarisation und zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse sich deutlich von den Quarzen abheben.

---

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Dathe Johann Friedrich Ernst

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntniss des Granulits. 12-40](#)