

4. Ueber postarchæischen Granit von Sulitelma in Norwegen und über das Vorkommen von s. g. Corrosionsquarz in Gneisen und Graniten

von

Otto Nordenskjöld.

Schon aus den älteren Beschreibungen der Gegend von Sulitelma¹ wusste man, dass hier, ebenso wie auch anderswo öfters in den skandinavischen Gebirgsgegenden, mitten in den Glimmer- und Amphibolitschiefern ein granitisches Gestein auftritt, aber erst aus den Mitteilungen von HJ. SJÖGREN über die Kupfergruben dieser Gegend² hat man über das Auftreten des Gesteins etwas Näheres erfahren. Mit Untersuchungen über die Gesteine in der Umgegend jener Gruben beschäftigt, habe ich auch Gelegenheit gehabt, den Granit und sein Auftreten etwas zu studieren und, weil er in vielen Hinsichten einige Eigentümlichkeiten zeigt, halte ich eine Beschreibung von ihm für nicht uninteressant, auch wenn sie nicht sehr vollständig wird. Es liegen aus Schweden schon viele petrographische Beschreibungen von Graniten vor, sowohl von älteren, von dem allgemeinen archæischen Dynamometamorphismus betroffenen, als auch von anderen, welche diese Erscheinung nicht zeigen und demgemäss als postarchæische (z. T. aber prækambrische) bezeichnet worden sind. HÖGBOM hat³ für diese jüngeren schwedischen Granite eine Reihe von charakteristischen Merkmalen nachgewiesen, welche den älteren nicht zukommen, so die granophyrische und miarolithische Struktur und auch viele Verschiedenheiten in den Spaltungsprodukten. Das hier zu beschreibende Gestein gehört aber zu keiner dieser Gruppen. Das Alter der umgebenden Schiefergesteine ist freilich wegen des Mangels an Versteinerungen nicht sicher festzustellen, wahrscheinlich sind sie aber kambrisch oder silurisch, und jedenfalls jünger als das eigentliche Grundgebirge. Da nun, wie unten gezeigt wird, der

¹ Vergl. VOGT: *Salten og Ranen* S. 75 und noch früher die Unters. von LASSEN.

² *Geol. Fören. i Stockholm Förh.* Bd. 16: 394 und Bd. 17: 189.

³ *Geol. Fören. Förh.* Bd. 15 (1893) S. 209 u. 245.

Granit sicher nicht älter ist als diese umhüllenden Schiefergesteine, so dürfte er wohl als postarchaisch bezeichnet werden können, ohne dass damit etwas Näheres über sein Alter ausgesprochen werden soll. Während aber die von HÖGBOM beschriebenen postarchaischen Granite (Rapakiwigranite etc.) noch in ungestörter Lage vorhanden sind, ist der Granit von Sulitelma von den grossartigen Faltungsprozessen, durch welche die Gebirgsmassen dieser Gegenden aufgestaut wurden, mit betroffen worden, was sich sowohl geognostisch wie petrographisch deutlich kund thut. Gerade diese Verschiedenheiten im Alter und Auftreten von den am besten bekannten skandinavischen Graniten verleihen dem Gestein von Sulitelma und seinen nächsten Verwandten ihr grösstes Interesse.

VOGT¹ beschrieb kürzlich das vorliegende Gestein als muscovitführenden Biotitgranit, der die umgebende Schiefergesteine kontaktmetamorphisch verändert habe, und welcher gewöhnlich der Schichtenrichtung folgt, nur selten dieselbe überschneidet; der Granit bildet nach ihm ein kleines Massiv im Felsengehänge oberhalb Furulund². Bei Untersuchungen in den Sommern 1893 und 1894 fand ich aber, dass derselbe Granit auch an der Südseite des Sees Langvand auftritt, und zwar als eine schmale, gneisähnliche, von Sulitelmaschiefer umhüllte, lagerähnliche Partie, welche mehrere Meilen weit verfolgt wurde, ohne dass ihr Ende weder gegen S. noch gegen W. erreicht wurde. Es stellte sich auch heraus, dass das Gestein auf der Nordseite Langvands in Form einer grossen Linse auftritt, deren Längsausdehnung beinahe 5 Kilometer und deren grösste Breite etwa 1200 Mr. beträgt, und welche konform mit der Streichrichtung der Schichten eingeschaltet ist. Gegen W. setzt sich diese Linse durch ein schmales Lager fort, welches dem auf der Südseite von Langvand auftretenden völlig ähnelt; beide dürften auch, wie aus der Schichtenfolge hervorgeht, einst zusammengehangen haben und sind nur durch das später gebildete Thal des Langvands getrennt. Gegen Osten scheint aber der Granit mit dem Ende der Hauptlinse aufzuhören, wenn man von einigen kleineren, in ihrer nahen Fortsetzung liegenden Gesteinslinsen absieht; sobald man aber noch etwas weiter fortschreitet, findet man auf einem nur unbedeutend niedrigeren Niveau wieder Granit, zuerst kurze Linsen, dann ein zusammenhängendes Lager, welches sich am Fusse der nördlichsten der Sulitelmaspitzen linsenförmig bedeutend erweitert. Wie unten gezeigt wird, ist dies Gestein freilich dem vorigen nicht identisch ähnlich, dürfte aber geologisch als eine Fortsetzung desselben aufgefasst werden können.

Wie schon erwähnt, folgt der Granit in seinen Grenzen immer den Schichtenflächen. Dies gilt sowohl für die Hauptlinse als auch für den Lagergranit und im Hangenden sowohl wie im Liegenden. Nur selten und

¹ Salten og Ranen S. 75.

² Für nähere Erkundigungen über die Geologie der Umgegend von Sulitelma und das Auftreten des Granits verweise ich auf die oben cit. Abhandlungen von SJÖGREN und besonders auf die in Geol. Fören. Förh. Bd. 17 veröffentlichte geologische Karte der Gegend.

immer in kleinem Masse überschneidet er dieselben; so z. B. an mehreren Plätzen im Liegenden des Gesteins bei Lapphelleren oberhalb der Giken-gruben. Die Erscheinung ist jedoch deutlich genug erkennbar um eine eruptive Entstehung des Gesteins wahrscheinlich zu machen. Man könnte freilich an Verwerfungen und Einpressungen denken, welche der verschiedenen Härte der beiden Gesteine wegen stattgefunden haben könnten, würde aber dann erwarten, dass etwas Ähnliches in der gleichen Gegend auch an der Grenze zwischen dem Schiefer und den in ihn eingeschalteten Bänken von Gneis und Quarzit zu sehen wäre, was aber nie zutrifft. Das östliche Ende der Granitlinse ist gut blossgelegt in den hohen Felsenwänden im N. von Hankabacken; es scheint von unten, als ob sich das Gestein hier in zwei grosse Lappen gabelt. Merkwürdiger Weise scheint es, als ob die Schichten des Schiefers auch hier der Grenzfläche folgten. Der Platz ist freilich schwer zugänglich und deswegen nicht leicht zu untersuchen; dieselbe Erscheinung wurde aber auch an einigen anderen Orten beobachtet, wo der Granit kurze lappenförmige Ausläufer aussendet, und ist wohl entweder durch Faltungen oder durch sekundäre Entwicklung von Schieferigkeit zu erklären.

Wie sich das Gestein bei dem Uebergang von Massengranit in Lagergranit bei Bursi verhält, habe ich nicht beobachten können, weil das Terrain ziemlich zugedeckt ist. Vielleicht hängen die Vorkommnisse nicht ganz genau zusammen.

Auch im übrigen sind die Kontaktverhältnisse des Gesteins recht interessant. Man hat bei der Erwähnung zwischen der Hauptlinse und dem Lagergranit zu unterscheiden. Wenn man von unten gegen die erstere ansteigt, begegnet man zuerst einer fast ununterbrochenen Reihe von grösseren Granitlinsen in etwas, aber nicht sehr, verschiedenen Niveaus eingelagert. Dann folgen wieder Glimmerschiefer mit vereinzelt Granitlinsen, welche nach oben hin immer zahlreicher werden. Hier hat man alle Uebergänge zwischen grösseren, lagerähnlichen Linsen, und kleinen, nuss- oder erbsengrossen, häufig schlierenähnlichen Partien, die zuweilen aus fast reinem Quarz zu bestehen scheinen; dieselben sind häufig perlschnurartig angereicht. Ferner wurde beobachtet, dass einige dieser Linsen nach aussen hin saurer werden, indem da alle eisenhaltige Silikate fehlen. Die Grenze zwischen dem Schiefer und der Hauptmasse des Granits ist immer ganz scharf. — Dann findet man im Granit Partien von Schiefer, aber gewöhnlich nur vereinzelt. Häufig sind auch diese Partien linsenförmig langausgezogen; ihre Schichten folgen im allgemeinen der Begrenzungsfläche; doch ist hierbei zu bemerken, dass die Schieferigkeit gewöhnlich sehr undeutlich ist, wahrscheinlich infolge von Metamorphose¹. Gelegentlich kann man

¹ Ähnliche Erscheinungen, — entweder eruptive Kontaktmetamorphose, oder spätere Veränderungen, welche der Kontaktfläche folgten, vielleicht auch beide, — sind vielleicht die Ursache, dass man an der Grenze zwischen Granit und Schiefer so selten kleinere Ueberschneidungen beobachtet.

aber deutliche Ueberschneidungen beobachten. Das Innere der Granitlinie ist von solchen Einschlüssen frei; beim Hangendkontakte aber wiederholen sich dieselben Erscheinungen, nur wurden sie hier nicht so genau studiert.

Der Lagergranit verhält sich in den meisten Hinsichten recht ähnlich, jedoch spielen die kleineren Nebenlinsen keine so grosse Rolle, besonders nicht da, wo der Granit sehr schmal ist. Gelegentlich haben aber einige von ihnen eine so grosse Ausdehnung in der Längsrichtung, dass man von zwei Granit-»lagern« sprechen muss. Die Hauptgrenze ist immer scharf, sehr eigentümlich sind aber einige verhältnissmässig selten vorkommende, fast lagerähnliche, nicht scharf abgegrenzte Partien mitten im Granit, welche eine Art von Uebergängen zwischen Granit und Schiefer bilden und wohl am besten als resorbierte Schieferpartien zu deuten sind, wenn sie auch häufig endogenen Ausscheidungen ähnlich werden.

Der Schiefer ist im Kontakt gewöhnlich härter und dichter als anderswo, zeigt aber im übrigen keine sehr hervortretende Metamorphose, und enthält auch keine fremden Mineralien.

Makroskopisch zeichnet sich der Granit seiner Hauptmasse nach durch ein sehr einförmiges Aussehen aus. Es liegen in einer mittelkörnigen Grundmasse von weissem Feldspat, Quarz und flaserig angeordnetem, dunklem Glimmer linsenförmige Augen von Feldspat, alle Uebergänge bildend zwischen einheitlichen Individuen und Aggregate von Feldspatkörnern mit etwas Biotit associiert. Accessorisch wurde hier und da Granat beobachtet. Nur sehr vereinzelt kommen dunkle Partien vor, die an basische Ausscheidungen erinnern; einige derselben werden unten mikroskopisch beschrieben. Auch findet man hellere, saure Partien, gelegentlich mit einem Kern von reiner Hornblende. Ferner sieht man helle, bisweilen sich kreuzende Streifen von primärem Aussehen, die von deutlich sekundären Quarzadern und -linsen zu unterscheiden sind. Bei Annäherung an den Kontakt tritt keine andere Veränderung ein, als dass hier häufig die porphyrischen Krystalle parallel der Grenze ausgeplattet erscheinen. Der Grenze parallel verlaufen auch zuweilen vorkommende, dunkle, biotitreiche Streifen, die hier wie im Lagergranit wohl entweder als Neubildungen oder eher als Resorptionsrückstände aufzufassen sind. Deutliche Schieferigkeit ist in der Hauptlinse nicht zu sehen. Der Lagergranit wird dagegen häufig deutlich schieferig, dann auch reich an Glimmer und sowohl petrographisch wie in seinem Auftreten völlig gneisähnlich.

Mikroskopisch besitzt das Gestein das folgende Aussehen. Es besteht aus Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Mikroklin, Biotit, accessorisch Titanit, Muscovit, Zoisit, Apatit, Zirkon, Granat und Hornblende. Die grösseren, porphyrisch hervortretenden Krystalle bestehen aus Feldspat, sowohl Orthoklas und Mikroklin wie Plagioklas. In der Hauptgesteinsmasse tritt der *Quarz* in Form von unregelmässig begrenzten Individuen auf, welche fast immer undulöse Auslöschung zeigen. An Einschlüssen ist er nicht besonders reich; unter denselben wurden winzige rothbraune Täfelchen von Eisenglimmer beobachtet. *Orthoklas* dürfte unter den Gemengteilen am

reichlichsten vorkommen. Auch er bildet unregelmässig begrenzte, gewöhnlich recht frische Individuen. Häufig enthält er winzig schmale, drahtähnliche Partien einer feldspatartigen Substanz; dieselben dürften ebenso wie eine gelegentlich zu beobachtende Faserung der Individuen mit den Pressungsvorgängen in Verbindung stehen. — Auch der *Plagioklas* zeigt eine ungewöhnliche Frische, ist aber im übrigen nicht bemerkenswert.

Quarz und Feldspat sind mit einander zuweilen in sehr eigentümlicher Weise granophyrähnlich verwachsen. Es liegen in einem Individuum von Feldspat, entweder Plagioklas oder, und zwar viel häufiger, ungestreiftem Feldspat, immer krummlinig begrenzte, langausgezogene, häufig keulen- oder knochenähnlich geformte, oft sogar wurmähnlich gebogene oder auch vielfach lappige Partien einer Substanz, welche wenigstens in den meisten Fällen als Quarz bestimmt werden konnte, und in der Art des Mikropeg-

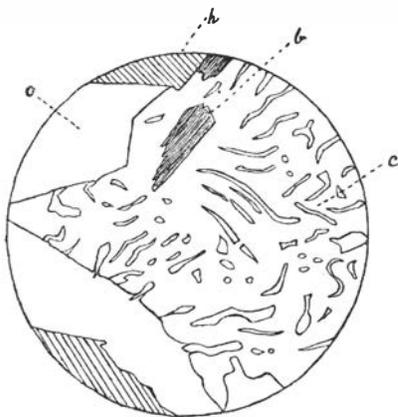


Fig. 1. "Corrosionsquarz" in Granit bei Lapphelleren (Sulitelma).
o Orthoklas, h Hornblende, b Biotit, c Corrosionsquarz.

matits gleichzeitig auslöscht. Im übrigen ist der Feldspat sehr frisch und einschlussfrei, und zeigt keine Faserung oder andere Druckerscheinungen. Oft sind die Partien vollständig von Feldspatsubstanz umschlossen, zuweilen scheinen aber einige von ihnen von den Rändern einzudringen, so z. B. in Fig. I, welche eine Partie aus Granit von der Gegend oberhalb Lapphelleren darstellt. In derselben Figur wurde auch die in mehreren Partien beobachtete Erscheinung eingetragen, dass die eingewachsene Quarzsubstanz nicht sofort am Rande des Wirtes aufhört, sondern sich schweifähnlich in einem angrenzenden Feldspatindividuum fortsetzt, welches seinerseits ein wenig in das Wirtindividuum eindringt. Aber in keinem einzigen Falle wurde beobachtet, dass die eingewachsenen Partien in ihrer optischen Orientierung von einem angrenzenden Quarzindividuum beeinflusst wurden; vielmehr scheinen diese Gebilde nicht gern an Quarz zu grenzen. Ferner sieht man in der Abbildung, wenn auch nicht sehr deutlich, eine Tendenz der eingelagerten Partien zu paralleler oder, im grossen gesehen, federförmiger Anordnung. — Mehr ausnahmsweise finden sich diese Einschlüsse nur in ei-

nem Teil eines Individuums, und zwar dann stets in einer Ecke oder Spitze eines Krystalls; gewöhnlich durchdringen sie das ganze Individuum, während andererseits die meisten Feldspatkrystalle von ihnen ganz frei sind. Diese Durchwachungsindividuen treten dann weniger oft, als z. B. in der Figur, vereinzelt oder als Einschlüsse eines grösseren Individuums auf, sondern liegen am häufigsten am Rande eines solchen, und umkränzen es zuweilen völlig; sie sind dann gern an mehreren Seiten von demselben umschlossen, gleichsam als ob sie Einbuchtungen ausfüllen würden. In dieser Weise sind sie besonders an grössere porphyrtartige Feldspatindividuen gebunden, zuweilen aber auch an andere Mineralien, z. B. an Granat.

Von typischem Mikropegmatit unterscheiden sich diese Durchwachungen sowohl durch die niemals geradlinige oder krystallskelettähnliche Begrenzung der umschlossenen Individuen als auch durch ihr Vordringen bis an die Ränder des Wirtes, was ähnlich so wie in der obenstehenden Figur wohl nie bei typischen Granophyrgraniten beobachtet wird. Als ein Unterschied zur Implikationsstruktur im weiteren Sinne dieses Wortes ist ferner hervorzuheben, dass granophyrische Verwachsungen¹, welche dort wohl am häufigsten vorkommen, in den hier beschriebenen Graniten (ebenso wie in den Gneisen) nie beobachtet sind, sondern stets nur Durchwachungen von Quarz in Feldspat.

Eine völlig ähnliche Struktur findet sich nun in vielen Gneisen, so bei etwa 50 von mir untersuchten Proben aus der Sammlung der Hochschule in Stockholm wenigstens in 17, die aus Södermanland («Granatgneis»), Småland und Vestergötland («Eisengneis») in Schweden, von Kongsberg, Moss und Kristiania in Norwegen, aus Schlesien, von St Etienne in den Vogesen, von Biella und vom Lago Maggiore in Italien u. s. w. stammen. Immer sind es echte, mittelkörnige, saure Biotit- oder Hornblendegneise, welche sie zeigen. Das Aussehen ist überall dem oben beschriebenen so völlig ähnlich, dass eine nähere Beschreibung überflüssig erscheint; es gelten dieselben Merkmale zum Unterschied von der echten Mikropegmatitstruktur, von welcher in den Gneisen nie sichere Spuren beobachtet worden sind.

Die Implikationsstruktur ist schon früher mehrfach aus Gneisen beschrieben worden. ZIRKEL² erwähnt sie, scheint sie aber nicht für alle Fälle mit der typischen identisch zu halten und giebt keine Erklärung für ihr Vorkommen. BECKE³ beschreibt schriftgranitische Verwachsungen zwischen Feldspat und Quarz in Gneis aus dem niederösterreichischen Waldviertel; der Beschreibung nach gehören dieselben wohl eher hierher als

¹ Nach der von COHEN gegebenen Unterschied zwischen Granophyr und Mikropegmatit. — Vergl. auch meine Abhandlung "Ueber archaische Ergussgesteine aus Småland". (Dies Bull. Vol. I, No. 2, (1893) S. 168.)

² Lehrbuch der Petrographie, III (1894): 191.

³ Tscherm. Min. Petr. Mitt. IV (1882): 201.

zum eigentlichen Mikropegmatit. Am deutlichsten hat wohl HÖGBOM¹ den Verschiedenheit der hier beschriebenen »Corrosionsquarz«-Struktur von Mikropegmatit hervorgehoben; er hält es für möglich beide zu unterscheiden und spricht von dem letzteren als von einem Beweis magmatischer Entstehung. Derselbe Unterschied wurde schon früher von MICHEL LÉVY hervorgehoben² und zwar bei der Beschreibung von dunklem Gneis von Chastellux. Der Beschreibung stimmt mit der hier oben gegebenen in allen Hinsichten überein, nur hatten die eingeschlossenen Quarzpartien nicht immer die gleiche optische Orientierung, und deswegen hält MICHEL LÉVY es für möglich, dass die Struktur dadurch entstanden sei, dass Quarzkörner, welche im Feldspat gelegentlich eingeschlossen waren, sich später sekundär vergrößert hatten³. Er hebt auch die Identität der Struktur mit dem »Quartz de corrosion« der Eruptivgesteine hervor. In der That ist die erwähnte Struktur nicht nur auf die Gneise beschränkt. HÖGBOM hat sie in dynamometamorphosiertem Upsalagranit nachgewiesen, und SEDERHOLM beschreibt aus den jüngeren archaischen Graniten Finnland's eine schriftgranitische Verwachsung zwischen Quarz und Feldspat, welche der Beschreibung nach hierher gehört, und auch von ihm als nicht im strengsten Sinne primär aufgefasst wird, sondern als dadurch entstanden, dass der zuletzt ausgeschiedene Quarz den Plagioklas teilweise resorbiert habe. Es ist dies dieselbe Erklärung, welche von FOUQUÉ und MICHEL LÉVY⁴ für ihren »Quartz de corrosion« gegeben wurde. Ich selbst habe Corrosionsquarz in rothen Vexiögranit aus Småland gesehen, und ferner kommt er, wie unten gezeigt wird, als typischer Gemengteil vieler die norwegische Schieferformation durchsetzender, gangförmiger Granite vor. Als Beweis für die Entstehungsweise der Gesteine dürfte er demgemäss nicht gebraucht werden können, dagegen scheint eine nähere Untersuchung von ihm sehr wünschenswert, in der Hoffnung den HÖGBOM'schen Satz zu beweisen, dass echte Implikationsstruktur (typischer Mikropegmatit und besonders Granophyr) ausschliesslich bei den Eruptivgesteinen vorkomme.

Über die Entstehung der corrosionsquarzähnlichen Durchwachsungen dürfte eine befriedigende Erklärung noch nicht gegeben sein. Nur so viel kann man sagen, dass sie nicht primär, sondern in einer oder anderer Hinsicht sekundär entstanden und wahrscheinlich von der Druckmetamorphose abhängig sind. Als echte Corrosion können sie nicht aufgefasst werden, wahrscheinlicher also als veränderter Mikropegmatit, oder sie stehen mit einer allgemeinen Umkrystallisation des Gesteins in Verbindung.

¹ Geol. Fören. Förh. 15: 246.

² Bull. soc. géol. de Fr. (3) VII (1879): 846.

³ Eine etwas grössere Unabhängigkeit der in verschiedenen Teilen eines Individuums eingewachsenen Quarzpartien, als in echtem Mikropegmatit der Fall ist, wurde auch von mir beobachtet, aber am häufigsten besitzen sie alle die gleiche optische Orientierung.

⁴ Mineralogie micrographique S. 193.

Der in dem Sulitelmagranit vorkommende *Biotit* hat braune Farbe und ist fast immer, mit alleiniger Ausnahme von einigen sehr kleinen, sechseckigen Tafeln, lappig begrenzt; zuweilen sieht man Spuren einer beginnenden Chloritisierung. *Muscovit* scheint, wenn man von dem Lagergranite absieht, keine grosse Bedeutung zu besitzen. Er ist zuweilen mit Biotit parallel verwachsen, schneidet aber manchmal die Biotitschuppen auch quer ab.

Unter den accessorischen Gemengteilen spielt *Titanit* sowohl in der Form von Krystallen als von unregelmässigen Körnern die grösste Rolle; er bildet Einschlüsse in Feldspat, Quarz und Biotit, enthält aber auch gelegentlich selbst kleine Individuen von Plagioklas. *Apatit* ist nicht selten, ebenso *Zirkon*. Wo letzterer als Einschluss in Biotit auftritt, wird er von einem pleochroitischen Hofe umgeben, der wie gewöhnlich am dunkelsten ist, während gleichzeitig der Biotit das meiste Licht absorbiert. Erwähnenswert ist, dass ähnliche pleochroitische Höfe um den Zirkon auch dann gefunden wurden, wenn er in Hornblende Einschlüsse bildet.

Mehr zufällig und vielleicht an den Kontakt mit Glimmerschiefer gebunden finden sich *Granat* und *Zoisit*. Ersterer bildet rundliche, unregelmässig lappig begrenzte Individuen, welche sehr zahlreiche Einschlüsse von Quarz und Plagioklas enthalten. *Zoisit* tritt in Form von stengelig-prismatischen oder auch unregelmässig begrenzten Individuen auf; ob seine Entstehung primär oder sekundär ist, konnte nicht festgestellt werden. *Pyrit* wurde im Gestein gelegentlich beobachtet.

Hornblende wurde u. d. M. nur in einer basischen Partie und in ihrer unmittelbaren Nähe angetroffen. Sie ist hier mit braunem Biotit assoziiert, oft sogar davon ganz durchwachsen. Sie bildet kompakte Prismen; die Axenfarben sind: a hellgelb, b gelbgrün, c etwas bläulich grün.

Die Zusammensetzung dieser basischen Partie ist, wenn man von der Hornblende und der etwas reichlicheren Anwesenheit von Biotit, vielleicht auch von Titanit und Apatit, absieht, von derjenigen der Hauptmasse nicht verschieden. Eine andere basische Partie unterschied sich von letzterer nur durch die reichliche Anhäufung von braunem Biotit.

Der *Lagergranit* zeigt, wenn er nicht gar zu sehr gepresst ist, von dem bisher beschriebenen keine besonderen Abweichungen, so dass sie beide sicher als zusammengehörig aufzufassen sind. Sowohl die Zusammensetzung wie die Struktur sind dieselben. Gewöhnlich treten aber die Druckerscheinungen viel stärker hervor. Das Gestein ist dann reicher an *Muscovit* und *Epidot*; der Quarz ist zerquetscht und zwischen den grösseren Individuen liegt eine mörtelähnliche Masse. Corrosionsquarz war in den am stärksten gepressten Proben nicht vorhanden, in anderen aber sehr reichlich und typisch.

Von den kleineren Separatlinsen im Liegendenschiefer wurden einige nussgrosse, unregelmässige Partien in einem Dünnschliff beobachtet. Sie bestehen aus Plagioklas, Orthoklas und Quarz in unregelmässig begrenzten Individuen und mit etwas Granat, Biotit, Magnetit und Zirkon assoziiert,

und haben demgemäss dieselbe Zusammensetzung wie der Granit selbst. Der umgebende Glimmerschiefer besitzt eine viel mehr gleichkörnige und feinkrystallinische Struktur und zeigt dadurch ein ganz abweichendes Aussehen; er enthält sehr reichlich braunen Biotit mit Einschlüssen von Zirkon, die von pleochroitischen Höfen umgeben sind, und daneben hauptsächlich Quarz mit etwas Plagioklas.

Von der Südseite des Sees Langvand wurde ein schiefriger Granit mit glimmerschieferähnlichen Einlagerungen untersucht. Auch hier ist zwischen den beiden Gesteinen keine wesentliche Verschiedenheit vorhanden; sie unterscheiden sich jedoch dadurch, dass die schieferähnlichen Partien mehr gleichkörnig und reicher an Zoisit sind, während linsenförmige porphyrtartige Krystalle und Corrosionsquarz fehlen. Sie schliessen sich den normalen Glimmerschiefern der Gegend nahe an.

Der Granit vom NO-lichen Teile des Gebietes, vom Fusse des Sulitelma, unterscheidet sich von dem typischen durch mehrere Merkmale. Makroskopisch tritt die porphyrtartige Struktur weit weniger hervor. U. d. M. beobachtet man ziemlich reichlich grüne Hornblende von etwa demselben Aussehen wie in dem oben beschriebenen basischen Einschlüsse, und ferner findet man im Biotit Einschlüsse von Rutil. Ein fast farbloser Epidot ist mit Plagioklas corrosionsquarzähnlich verwachsen. Beide Mineralien greifen lappig tief in einander hinein, und diejenige Zone des Plagioklases, welche diese Erscheinung zeigt, besitzt gleiche optische Orientirung mit der einen Reihe der Zwillinglamellen, was wohl eine sekundäre Fortwachsung auch an der Seite des Plagioklases beweist.

Die Ansichten über die Entstehung des vorliegenden Gesteins können nun vierfach sein. Die Möglichkeit, dass ältere Gesteine in den Schiefer eingepresst worden sind, kann als ausgeschlossen gelten. Das Gestein muss mit dem Schiefer gleichaltrig oder auch jünger sein; im ersten Falle könnte es entweder selbst als ein gneisartiger, krystalliner Schiefer aufgefasst werden, oder als ein mit dem Schiefer gleichaltriges Eruptivgestein. Letztere Annahme erklärt ganz gut sein massiges Gefüge und seine über Quadratmeilen konkordante Lagerung, aber nicht das Vorkommen ganz ähnlicher Granitlinsen im angrenzenden Schiefer ohne Eruptivkanal; und ferner dürfte es mit den jetzigen Ansichten über das Wesen der Granite nicht überein stimmen, dass er an der Erdoberfläche gebildet wird, ohne dass Spuren von Tuffen oder normalen Ergussgesteinen sichtbar sind. Es bleiben also noch die Ansichten übrig, dass entweder ein intrusiver Granit vorliegt, oder dass das Gestein in der That nicht Granit sondern Gneis ist. Für letztere Annahme spricht die häufig konkordante Lagerung und z. T. die mikroskopische Struktur. Einerseits kommen aber deutliche Ueberschneidungen an mehreren Orten vor, was, wie oben erwähnt, beim echten Gneis und Quarzit in dieser Gegend nicht der Fall ist, und dann sind ferner die basischen »Einschlüsse«, die zahlreichen bruchstückähnlichen Partien vom Liegendenschiefer und die sauren Aussonderungen bei dieser Annahme nicht zu erklären. Und auch die Struktur beweist nichts. Es wurde

schon erwähnt, dass Corrosionsquarz auch in Eruptivgesteinen vorkommt, und sowohl in dieser als in anderen Hinsichten ist das Gestein von Sulitelma einigen jüngeren Graniten bis zur Verwechslung ähnlich, welche in mehreren Gegenden Norwegens krystallinische Schiefergesteine gangförmig durchsetzen. Die gangförmigen Granite, welche im O. von Bodö auftreten, habe ich nicht untersucht, dagegen ist der graue Granit, welcher am Aussichtgebäude bei Bodö ansteht, dem jetzt beschriebenen ganz ähnlich, und dasselbe gilt in noch höherem Masse für einen weisslichen Granit, welcher gangförmig den Glimmerschiefer bei Skånseng zwischen Mo und dem Dunderlandthale durchsetzt.

Von ähnlichen Gesteinen aus anderen Teilen Skandinaviens habe ich nur einen gangförmig auftretenden Granit von Eidet in Guldalen im SO. von Thronhjelm mikroskopisch studiert und zwar nach Proben, welche in der Sammlung der Hochschule in Stockholm aufbewahrt werden. Diese besitzen ein wechselndes Aussehen, das zuweilen an demjenigen des Sulitelmagranits stark erinnert, und diese Ähnlichkeit tritt u. d. M. noch deutlicher hervor. Es sind Biotitgranite; der Biotit enthält Einschlüsse von Zirkon, die von pleochroitischen Höfen umgeben sind. Corrosionsquarz in typischer Ausbildung ist reichlich vorhanden; unter den übrigen Gemengteilen ist ein heller Augit besonders zu erwähnen¹.

Ich halte deswegen für die einzige richtige Annahme diejenige, dass das hier beschriebene Gestein ein echter Intrusivgranit und jünger als die umgebenden Schiefergesteine ist. Um seine merkwürdigen Eigenschaften — die Annäherung zum Gneistypus, die im grossen und ganzen konkordante Lagerung etc. — zu erklären, scheint es am einfachsten zu sein anzunehmen, dass er gleichzeitig mit den grossartigen Faltungsprozessen, durch welche die Schiefergesteine aufgerichtet und metamorphosiert sind, unter sehr grossem Druck zwischen die Schichtflächen da, wo der Widerstand am geringsten war, injiziert wurde. Dadurch werden auch die kleineren Gesteinslinsen verständlich, welche uns in der Nähe des Hauptmassivs begegnen. Auch sie wurden gleichzeitig injiziert; die Injektionskanäle wurden aber infolge des gewaltigen Drucks sofort nach der Injektion unsichtbar. Auch die gelegentlich bruchstückähnlichen aber häufig linsenförmigen oder sogar lagerähnlichen Einschlüsse von dem umgebenden Schiefer sind dann leicht verständlich. Die innere Struktur des Gesteins aber wurde sehr einförmig und derjenigen der in grosser Tiefe erstarrten Gesteine ähnlich, während anderswo die meisten postarchaischen Granite, welche uns zugänglich sind, unter geringerem Druck erstarrten und deswegen Ähnlichkeit mit den Ergusgesteinen und Uebergänge in dieselben zeigen².

Von Bedeutung wird die Erklärung der Entstehungsweise des

¹ Auch in Schweden finden sich ähnliche Gesteine und zwar gehören hierher wahrscheinlich viele die metamorphischen Schiefergesteine Jemtland's durchsetzende Granite.

² Dass die Ergusstrukturen, wie Granophyrstruktur etc., nicht immer durch Pressung verloren gehen, geht aus der Beschreibung solcher Gesteine, wie die archaischen Gangporphyre in Småland und der Rätangranit in Jemtland hervor.

Granits auch deswegen, dass er in seinem Auftreten den linsenförmig auftretenden Gabbrogesteinen recht ähnlich ist¹, an denen die Sulfiderze bei Sulitelma ebenso wie in anderen Gegenden Norwegens gebunden sind. Freilich sind die Unterschiede bedeutend: die Abweichungen von der konkordanten Lagerung sind bei der Gabbro viel geringer, die Grenze gegen den Schiefer ist weniger scharf, und gelegentlich sind diese Gesteine da, wo sie lagenförmig auftreten, mit wirklichen Sedimentgesteinen wie Kalkstein verbunden; aber auch die Analogie ist sehr gross, und vielleicht sind die Abweichungen durch die viel stärkere hydrochemische Metamorphose zu erklären, welcher die leichter zersetzbaren basischen Gesteine unterworfen worden sind.

Zusammenfassung. Das hier beschriebene Gestein von Sulitelma gehört in eine Klasse von Eruptivgesteinen, welche in Skandinavien bisher wenig beobachtet zu sein scheint. Dieselben treten entweder, wie bei Sulitelma, als konkordant eingeschaltete Lager und Linsen in Gesteinen der Formation des skandinavischen Hochgebirges auf, oder durchsetzen dieselben gangförmig. Ihr Alter ist postarchaisch und wahrscheinlich von demjenigen der rapakiwiartigen Ostseegraniten nicht sehr verschieden, die Struktur ist dagegen eine ganz andere und nähert sich sehr derjenigen der Gneise und Urgranite, was sich besonders durch die Anwesenheit von s. g. Corrosionsquarz kund thut. Die Ursache hierzu ist wahrscheinlich ihre abweichende Bildungsweise, indem sie gleichzeitig mit der Gebirgsbildung unter hohem Druck in die Schiefergesteine injiziert worden sind.

¹ Vergl. die oben citierte Karte von SJÖGREN.