

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING.

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 136.

TVENNE NYUPPTÄCKTA
SVENSKA KLOTGRANITER

AF

HELGE BÄCKSTRÖM.

AFTRYCK UR GEOL. FÖREN. I STOCKHOLM FÖRHANDL. BD 16. H. 2. 1894.

Pris 0.25 kr.

TVENNE NYUPPTÄCKTA
SVENSKA KLOTGRANITER

AF

HELGE BÄCKSTRÖM.

AFTRYCK UR GEOL. FÖREN. I STOCKHOLM FÖRHANDL. BD 16. H. 2. 1894.

STOCKHOLM 1894

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

HELGE BÄCKSTRÖM. *Tvenne nyupptäckta svenska klotgraniter.*

1. **Klotgranit från Kortfors, Karlskoga socken, Örebro län.**

Sommaren 1891 fann stationsinspektoren hr A. W. SKÖLD-
BERG nära Kortfors jernvägsstation i Karlskoga socken ett en-
staka block af en egendomlig bergart, af hvilken han med högst
berömvärdt nit insände ett prof till Sveriges Geologiska Undersök-
ning. Bergarten, som befanns vara en vacker »klotgranit», öfver-
lemnades af Undersökningens chef, prof. O. M. TORELL, till mig
för närmare undersökning.

Rörande fyndet meddelar hr SKÖLDBERG att blocket, som
hade en diameter på något mer än 2 m, låg på en sandbädd.
Bergartens fasta klyft eller flere block af densamma har hr S.
trots ifrigt sökande i trakten, icke lyckats finna.

Fastän sålunda denna klotbergarts geognostiska förhållanden
icke äro kända, och endast *en* utbildningsform af densamma före-
ligger, så synes mig denna dock tillräckligt intressant för att
förtjena att i korthet beskrivas, ehuru naturligtvis med utta-
lande af den förhoppningen, att kommande undersökningar i fält
skola lyckas supplera vår kännedom om denna bergart. — Det
finnes för öfrigt anledning förmoda att bergartens fasta klyft
icke är långt aflägsen. Kortfors ligger i sydöstra hörnet af ett
litet granitmassiv, som sträcker sig i NNV—SSO och är
25 km långt och 10 km bredt. Dess granit betecknas af
TÖRNEBOHM på hans karta öfver mellersta Sveriges bergslag
såsom »grof porfyrtad Filipstadsgranit»; på Geologiska Un-

dersökningens kartblad Latorp och Nora betecknas den som »Örebrogranit». Eftersom nu refflorna i trakten gå $N5^{\circ}V-S5^{\circ}O$, så kan klotgraniten mycket väl stamma från detta massiv. I någon mån bestyrkes detta äfven genom en jämförelse mellan en analys af granit från detta område, »från trakten SV om sjön Skärjen i Grythytte socken»¹ och analysen af den granitiska bergart, som utfyller mellanrummen mellan de klotartade bildningarna. Analyserna återfinnas här nedan. De begge graniternas kemiska karaktär är synbarligen ganska öfverensstämmande.

Klotbergartens utseende är mycket konstant. Mörka, koncentriskt struerade, jernstora, väl rundade klot ligga likformigt fördelade i en sparsam, rödlett grundmassa. Denna senare är en hornblendeförande biotitgranit af vexlande korn, ibland fin-kornig, ibland grofkornig. Den för som främsta mineral kalifältspat, oftast i mikroklinform, men derjemte finnes ganska mycket oligoklas samt vidare rikligt kvarts. Mörkbrun biotit och grönt hornblende förekomma temligen underordnad, men stundom i stora individer eller i anhopningar. Magnetit förefinnes sparsamt. Af småmineral äro zirkon och apatit observerade. — Strukturen är icke fullt hypidiomorf, utan visar ett närmande till granofyrstruktur, i det kvartsen utom såsom fyllnadsmassa jemväl uppträder i isometriska, rundade korn samt, ehuru som sällsynthet, i mikropegmatitisk sammanväxning med fältspat. Sveriges Geologiska Undersöknings kemist dr H. SANTESSON har benäget analyserat såväl denna granitiska mellanmassa, som äfven kloten och dervid erhållit följande resultat:

	Klotet.	Graniten.	Granit från Skärjen. ¹
SiO ₂	55.72	70.05	69.21
TiO ₂	0.57	0.19	—
Al ₂ O ₃	21.35	14.78	14.72
Fe ₂ O ₃	—	—	2.33
FeO	8.81	3.37	2.15
	Transp. 86.45	88.39	88.41

¹ Beskrifningen till bladet Nora, s. 24.

	Klotet.	Graniten.	Granit från Skärjen.
Transp.	86.45	88.39	88.41
MnO	0.36	0.22	0.78
MgO	0.63	0.44	0.55
CaO	5.10	3.42	2.52
Na ₂ O	5.71	3.10	2.69
K ₂ O	1.23	4.13	4.77
H ₂ O	0.46	0.42	0.80
	99.94	100.12	100.52.

Graniten har sålunda en medelsur, temligen kalkrik, men i öfrigt normal granitsammansättning, mot hvilken klotet bjert afsticker med sin 14 % lägre kiselsyrehalt, sin högre halt af Fe, af Ca och af Na, medan deremot dess kalihalt är hela 3 % mindre. I sin helhet har klotet en sammansättning svarande till en basisk men jämförelsevis alkalirik och magnesiafattig diorit.

Den kemiska skilnaden mellan klot och granit är i detta fall af helt annan art än i klotgraniten från Stockholm,¹ der skilnaden icke låg i basisiteten utan endast deri, att klotet var rikare på plagioklas, graniten rikare på ortoklas och på biotit. Större likhet erbjuder klotgraniten från Slättmossa,¹ men ej heller der eger någon fullständig analogi rum; basisitetsskilnaden är der mycket liten och kloten hufvudsakligen karakteriserade genom större rikedom på mörka mineral. I Kortforsbergarten har deremot ett fullständigt omslag egt rum i fråga om den herrskande fältspatens natur, kvartshalten är betydligt minskad och de mörka mineralens mängd nära tredubblad. — Deremot visar en jämförelse med en af FROSTERUS² analyserad klotbergart från Wirvik i Finland i princip samma förhållanden i detta hänseende som i Kortforsbergarten.

Kloten i denna klotbergart lossna vid slag ganska lätt. Detta i olikhet med t. ex. klotgraniten från Stockholm och den längre fram i denna uppsats beskrifna klotgraniten från Envikens

¹ Geol. Fören. Förh. 9: 356 (1887).

² Min. Petr. Mitth. herausgegeben von BECKE. 13: 188 (1893).

socken i Dalarne, men i likhet med den mycket bekanta klotgraniten från Ghistorrai nära Fonni på Sardinien. Orsaken härtill är dock icke, såsom i bergarten från Fonni, att söka i en glimmerhud som skiljer klotet från graniten, eller rättare deri att i klotets yttersta, glimmerrika zon glimmern regelmässigt är så anordnad, att individernas vertikalaxlar ligga radielt, hvarigenom sålunda spjlekbarhetsriktningen kommer att ligga tangentielt.¹ I Kortforsbergarten ser man, om klotets yta eller den konkava yta af graniten, som legat an mot klotet, betraktas, knappast någon glimmer, så att det på intet sätt kan blifva tal om att aflossningen skulle vara en följd af glimmerns anordning, men deremot gifva dessa ytor en temligen kontinuerlig reflex, åstadkommen genom *fältspatgenomgångsytor*. Afspjelkas ett spjlekblad parallelt med någon af dessa, erhålles i konvergent polariseradt ljus utträde af en bissektris. Genomgångsytorna äro således efter M {010} och aflossningen är här betingad genom att i gränzonen mellan klot och granit tangentielt ställda fältspattafflor efter M uppträda.

Såsom medverkande faktorer vid aflossningen torde man väl också få sätta klotets koncentriska struktur och väl deraf beroende seghet, samt kanske äfven en, af de afvikande kontraktionskoefficienterna betingad, primär spänning.

Kloten äro som ofvan nämndes temligen jemnstora. Deras dimensioner hålla sig i regeln kring 7—8 *cm*, de yttersta gränserna äro enligt mina observationer 5 och 12 *cm*. De äro väl rundade och ha icke nämnvärdt influerat på hvarandras form. Utvalsningar sådana som de, hvilka beskrifvits från klotgraniten från Stockholm,² saknas sålunda här fullkomligt — åtminstone i den föreliggande utbildningsformen.

Kloten i denna klotbergart förete, såsom af fig. 1 synes, en distinkt uppdelning i koncentriska zoner, hvilka i afseende på utseende, relativa dimensioner och ordningsföljd visa sig fullständigt konstanta. Dessa zoner äro till antalet fyra, som vi vid

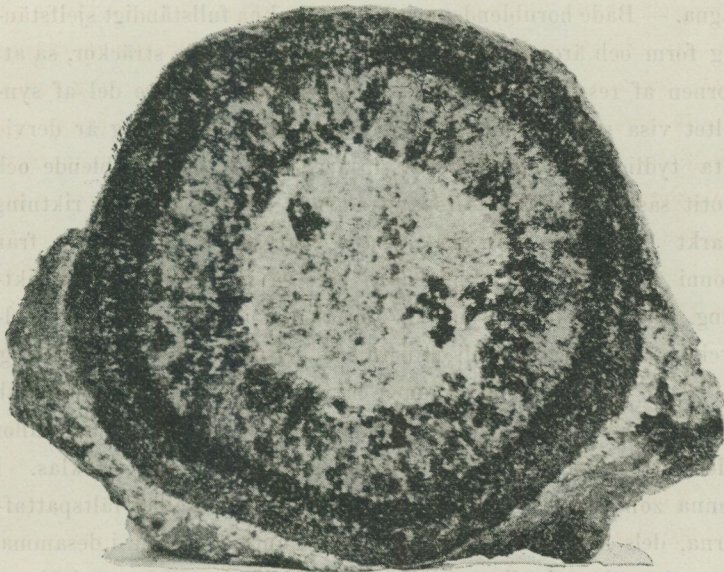
¹ Se fig. 2!

² Geol. Fören. Förh. 9: 307 (1887) fig. 4—5 samt tafl. 11, fig. 2.

beskrifningen vilja beteckna såsom: den yttersta eller magnetit-zonen, den andra zonen, den tredje zonen, samt den innersta eller kärnzonen. Dessa fyra zoner visa i fråga om mineralsammansättning och struktur sinsemellan så stora olikheter, att de lämpligen beskrivas hvar och en för sig.

Yttersta zonen är karakteriserad genom den mycket rikliga förekomsten af 0.1—0.5 mm stora magnetitkorn, temligen jemnt

Fig. 1.



Genomskuret klot ur klotgraniten från Kortfors. Naturlig storlek.
(Autotypi efter naturen.)

fördelade i en grundmassa af medelkornig oligoklas; ortoklas har icke med säkerhet kunnat påvisas och kvarts saknas fullständigt. Af mörka mineral uppträda mycket sparsamt biotit och spärvis hornblende. Vidare äro små kvantiteter zirkon och apatit observerade. Radial anordning af fältspaten är iakttagen såsom sällsynthet, oftare ligger den, utbildad i taflor efter M, tangentiellt, hvilket man äfven stundom ser vara fallet med granitens fältspater på gränsen mot klotet. — Gränsen mellan klotet och gra-

niten är endast beträffande magnetiten knifskarp, fältspater finnas, som äro gemensamma för begge.

Andra zonen för endast mycket sparsamt magnetit, deremot högst rikligt blågrönt hornblende och gråbrun, starkt pleokroitisk biotit, ungefär lika mycket af hvardera. Dessa begge utgöra tillsammans något mer än hälften af massan; resten utgöres af oligoklas i något större individer än i yttersta zonen. Ortoklas har heller icke här kunnat konstateras, och kvarts saknas fortfarande. Af småmineral äro zirkon, apatit och titanit iakttagna. — Både hornblendet och biotiten sakna fullständigt sjelfständig form och äro enhetligt orienterade öfver större sträckor, så att kornen af resp. mineral inom en större eller mindre del af synfältet visa samtidig utsläckning. En radiel anordning är dervid ofta tydlig. Mellan fältspatstrålarna ligga då hornblende och biotit såsom smala, i fältspatstrålarnas, d. v. s. radiens riktning starkt förlängda korn på samma sätt som i klotgraniten från Fonni (se fig. 2, sid. 14), ehuru icke så utprägladt. Den riktning, efter hvilken kornen äro förlängda, är här fullkomligt godtycklig i förhållande till mineralens kristallografiska orientering.

Den tredje, bredaste zonen har fältspat som hufvudmineral. Det är äfven här oligoklas, i stora, groft radielt anordnade tafvor eller lister, men derjemte förekommer äfven litet ortoklas. I denna zon uppträder äfven något kvarts, dels mellan fältspattafvorna, dels skriftgranitiskt utfyllande kantiga hålrum i desamma. Den visar då enhetlig orientering öfver stora områden. Af jernmineral finnas magnetit, ganska rikligt, ehuru icke som i den yttersta zonen, samt vidare hornblende och glimmer i något större individer än i andra zonen. Oftast är inre delen af denna zon rikare på hornblende och glimmer än den yttre, hvarom fig. 1 ger en antydning.

Kärnzonen slutligen är fri från magnetit och innehåller af hornblende och glimmer endast enstaka, ehuru stundom ganska stora korn, såsom t. ex. i det afbildade klotet fig. 1. Dessa kunna emellertid äfven helt och hållet fattas, då kärnan sålunda endast innehåller ljusa mineral. Dessa senare äro plagioklas

och mikroklin, i stora individer och i ungefär lika stora kvantiteter, samt vidare icke så litet kvarts, enligt approximativ uppskattning ungefär 10 %. Apatit och zirkon fattas lika litet här som i de öfriga zonerna. — I afseende på strukturen förtjenar framhållas, att fältspaterna ofta förekomma såsom parallelorienterade inneslutningar i hvarandra, hvarvid har iakttagits såväl plagioklas i mikroklin, som mikroklin i plagioklas. Kvartsen förekommer skriftgranitiskt i öfver större sträckor enhetligt orienterade, kantiga småpartier inom flertalet fältspatkorn, äfven i plagioklasen.

Sammanställa vi resultaten af undersökningen af de olika zonerna, så framträda tvenne resultat af betydelse, ett mineralogiskt och ett strukturellt. — Klotets kärna är fri från mörka mineral, dessa börja förekomma i den närmaste zonen; i den näst yttersta är glimmer- och hornblendehalten koncentrerad, i den yttersta magnetithalten. Klotets kärna för rikligt mikroklin och kvarts, dessa finnas sparsamt i tredje zonen, men saknas alldeles i de begge yttersta. De basiska mineralen äro sålunda koncentrerade i klotets yttre delar, de sura i dess inre.

Det finnes i alla zonerna tydliga indicier på en något så när samtidig kristallisation af hela klotets massa. Bortsett från småmineralen och delvis magnetiten har intet mineral själfständig form, utan har hindrats i sin utbildning af de andra. Här för talar vidare såväl den delvis tydligt radiela anordningen af hornblende- och glimmersubstansen i den andra zonen, som äfven kärnans mikropertitiska resp. mikropegmatitiska struktur.

Ett försök att bilda sig en åsigt om dessa egendomliga klotbildningars uppkomstsätt synes mig böra fotas på dessa begge fakta och bör i alla händelser med dem kunna bringas i samklang.

Den uppfattning af klotbergarterna, som synes ligga närmast till hands och som också, såvidt jag kunnat förstå, hittills varit den allmänt antagna, är att de äro mineralkonkretioner, genom kristallisation utskilda af den omgivande bergarten på ett tidigt stadium af dess kristallisationsperiod. Nu äro ju

klotbergarterna mycket varierande och jag tviflar ingalunda på att klotbergarter kunna hafva bildats på detta sätt, så mycket mindre som jag sjelf i senare delen af denna uppsats skall beskrifva ett exempel derpå. Men det förefaller mig, som om man, åtminstone i fråga om klotgraniten från Kortfors, skulle hafva alltför mycket som talade emot ett sådant antagande för att icke anledning nog skulle förefinnas att söka efter ett annat förklaringsätt, bättre harmonierande med fakta.

Det viktigaste argumentet mot uppfattningen af kloten i Kortforsbergarten såsom konkretioner af utkristalliserande mineral ligger i den mineralogiska sammansättningen af de olika zonerna. De sura mineralen bilda kärnan, de basiska randen. Det karakteristiska för en konkretion är ju att den växer *inifrån* och *utåt*, och att i detta fall den till stor del af mikroklin och kvarts bestående kärnen skulle vara det äldsta, omkring hvilket sedermera randzoner af plagioklas och jernmineral skulle hafva afsatt sig — detta är knappast tänkbart eller strider åtminstone mot all hittills vunnen erfarenhet om kristallisationsföljden i eruptivmagmor. Om än, såsom af den ofvan meddelade analysen af strukturen framgick, kristallisationen inom klotet varit temligen samtidig, så tala dock alla analogier för, att kristallisationen dock börjat med de mera basiska mineralen och konsolidationen sålunda snarare gått *utifrån* och *inåt*.

Kloten låta således icke uppfatta sig såsom konkretioner, bildade under bergartens kristallisationsperiod, utan måste anses hafva förefunnits i den ännu flytande magman såsom partier af annan kemisk sammansättning.

Hade dessa partier varit lösliga i den omgivande magman, så skulle de ju så småningom försvunnit, vi måste därför antaga att de varit olösliga, af hufvudmagman, som vid sjunkande temperatur icke längre kunde bibehålla sin homogenitet, utskilda såsom stora droppar.¹ Vid kristallisationsperiodens inträdande fans det då *inuti* klotet icke någon särskildt utmärkt eller fixe-

¹ Jemför min uppsats »Causes of magmatic differentiation» i Journal of Geology. I: 773 (1893).

rad punkt, men deremot fans det en yttre rand, och vid denna rand är det således som det först utskilda mineralet, magnetiten, bör samla sig. Under denna afdelning begynner kristallisationen af plagioklasen. Vid fortsatt sjunkande af temperaturen kommer den tidpunkt, då hornblendet och biotiten börja utkristallisera, och dessas kristallisation fortgår under andra och tredje zonernas bildningstid, såsom vi sett, samtidigt med plagioklasens kristallisation. Då jern- och magnesiaineralen fullständigt utkristalliserat, har temperaturen sjunkit så mycket, att ortoklas och kvarts kunna börja utskiljas, och när klotets kärnzon bildas, äro dessa begge mineral i majoritet öfver plagioklasen.

För att bättre kunna förtydliga bildningen af kloten skulle jag vilja jemföra dem med de basiska utsöndringarna och de pegmatitiska och felsitiska slirorna i eljes fullt normala graniter. — Kloten i Kortforsbergarten äro basiska utsöndringar, men alla sådana äro icke som dem, utan de äro att betrakta som ett specialfall af basiska utsöndringar, karakteriseradt af egenomliga förhållanden i fråga om mineralanordningen. Och tänkte vi oss nu, att de »magmadroppar», som gifvit upphof till kloten, i likhet med hvad fallet varit med de partier af granitmagman, som gifvit upphof till pegmatitiska eller felsitiska sliror, jemväl i fysikaliskt hänseende varit afvikande från hufvudmagman, så skulle vi härigenom kunna förstå klotens från vanliga basiska utsöndringar afvikande utseende. Om dessa fysikaliska olikheter legat i en större eller i en mindre halt af vatten och andra »agents minéralisateurs» än hos den öfriga magman, derom tors jag nu icke uttala någon åsigt, men jag skulle närmast vara böjd för att antaga det förra och således sammanställa kloten med pegmatiterna.

Klotgraniten från Slättmossa¹ ansluter sig i många hänseenden nära till den från Kortfors, hvarför jag här vill begagna tillfället att säga några ord om densamma.

¹ Beskrifven af N. O. HOLST och F. EICHTÄDT i Geol. Fören. Förh. 7: 134 (1884).

Slättmossabergartens klot visa utan undantag samma utseende. De bestå af en kärna och en randzon, mellan hvilka storleksförhållandet alltid är konstant. Kärnan består innerst af en medelkornig blandning af plagioklas samt, mera underordnad, ortoklas och kvarts. Härtill sälla sig i regeln, men icke alltid, hornblende och biotit. Dessa begge senare mineral tilltaga i mängd när man nalkas de yttre delarna af kärnan, och på samma gång aftager kornstorleken, så att kärnans rand är finkornig och mörk genom de mörka mineralens förherrska framför de ljusa. Öfvergången är kontinuerlig. Fullständigt skarp är deremot gränsen mot den nu följande randzonen. Denna inre del består uteslutande af en plagioklas, stående mellan andesin och labrador, genomströdd med något magnetit. Men liksom i kärnan de mörka mineralens mängd tilltar utåt, så inställa sig jemväl i randzonen glimmer och hornblende, och dessa mineral taga allt mer öfverhanden, så att klotet utåt blir begränsadt af en liknande mörk rand, som den hvilken omger sjelfva kärnan och liksom denna äfvenledes finkornig. — EICHSTÄDT anger från randzonen ortoklas såsom i mängd öfvervägande plagioklasen samt dessutom kvarts, men denna bestämning torde vara förhastad; det enda ljusa mineralet är plagioklas, och till på köpet en temligen basisk sådan.

Med HOLSTS beskrifning af dessa klot såsom »en kärna af hornblendefattig diorit eller hornblendegranit, öfvergående i en dioritrand, på hvilken följer en rand af hornblendegranit, som i sin ordning öfvergår i en yttre dioritrand», öfverensstämmer den nyss lemnade framställningen så när som på att »hornblendegranitranden» icke såsom HOLST anser är en kiselsyrerikare bildning än kärnan, utan tvärtom är kvartsfri, bestående af plagioklas. Det synes mig för öfrigt naturligare att dela kloten i en kärna och en randzon, inom hvilka man dock skiljer mellan den inre och den yttre delen, än att göra en uppdelning i 4 zoner, hvilka derigenom få en likställighet sinsemellan som de icke ega. Hos dessa klot ha vi tvenne skilda zoner, hvilka genomgått en analog utveckling.

Enligt HOLST skilja sig kloten vid slag med lätthet från den omgifvande graniten. Vid mikroskopisk undersökning ser man huru randzonens mörka hufvudmineral, biotiten, i regeln är anordnad i tunna, tangentielt ställda tafloer, hvarigenom sålunda i detta fall afsöndringen är betingad.

Både EICHSTÄDT och FROSTERUS¹ framhålla, att radial anordning fullständigt saknas i dessa klot. Så är dock icke fallet. I randzonen ser man ganska ofta tydligt radial anordning såväl af fältspaten som af hornblendet, på samma sätt som förut omnämnts både från Kortfors och från Fonni. Äfven makroskopiskt framträder denna anordning ofta och kan äfven spåras på den af HOLST och EICHSTÄDT meddelade figuren.

I klotens begge zoner förekomma titanit rikligt samt magnetit mera underordnad. Zirkon och apatit äro äfven observerade.²

Utbildningen af hornblendet i kärnzonen förtjenar att omnämnas. Hvarje korn är i sin inre del så fullt af småkorn af de ljusa mineralen, att man erinras om utseendet af staurolit, granat, hornblende m. fl. mineral, när de förekomma porfyrtadt insprängda i kristalliniska skiffrar. Endast randen af kornet är fri från inneslutningar och skiljer sig från den inre delen jemväl genom sin mörkare färg. Biotiten i kärnzonen visar icke, eller i vida mindre grad detta utseende.

Slättmossa-klotgranitens stora likheter med den från Kortfors göra en släktskap äfven i genetiskt hänseende sannolik. Låt oss därför här till diskussion upptaga frågan om dess bildnings-sätt. Gent emot antagandet, att kloten skulle hafva bildats genom anhopning af vissa mineral under kristallisationsperioden, uppställer sig här samma hufvudargument som beträffande Kortforsbergarten, nämligen att klotets periferiska del sammansattes

¹ Min. u. Petr. Mitth., herausgegeben von BECKE. 13: 199 (1893).

² EICHSTÄDT anmärker, att han icke iakttagit apatit i kloten, men deremot rikligt i graniten, ett förhållande som syntes J. ROTH så pass egendomligt, att han omnämnt detsamma i sin Allgemeine Chemische Geologie. — I vissa preparat förekommer apatit emellertid ganska rikligt.

af mineral, som efter alla analogier att döma borde hafva kristalliserat före dem, som finnas i sjelfva centrum. Antaga vi åter att kloten ursprungligen utsöndrats i flytande form, så följer häraf en förklaring såväl på klotens, såvidt man kan se, öfverallt likformiga sammansättning som på deras regelmässiga uppbyggning — då man ju öfverallt hade att göra med droppar af samma delmagma — liksom äfven anhopningen af de tidigare kristalliserande mineralen i randen härigenom lätt kan förstås. Den enda svårigheten vid öfverförandet af detta förklaringsätt på Slättnossabergarten ligger i att dess klot, jemförda med dem i Kortforsbergarten, förete en rekurrens i kristallisationen, i det väl klotets kärna och dess randzon betraktade hvar för sig äro fullt analoga med kloten i Kortforsklotgraniten, men samma vexling från mörka till ljusa mineral, som egt rum i randzonen, repeteras i den innanför liggande kärnan, och därför kan samma enkla förklaring som i förra fallet här icke längre tillämpas oförändrad. Men naturens processer äro icke alltid så enkla som man vill göra dem till, och jag vågar därför förslagsvis framställa det icke alltför komplicerade antagandet, att denna utskilda delmagma, som antages hafva gifvit upphof till kloten, under de förändringar i temperatur och tryck, som egde rum mellan dess utskiljande och kristallisationsperiodens inträdande, förlorade sin homogenitet och delade sig i ett yttre och ett inre skikt af något olika sammansättning. Det förra blef något mera basiskt än det senare, hvilket kom att innehålla hvad som fans af de föreningar, hvilka sedan kristalliserade som ortoklas och kvarts. Har detta antagande blifvit gjordt, så förklaras klotets byggning fullständigt utan vidare nya antaganden; inom hvart och ett af dessa begge skikt böra ju de utkristalliserande mineralen anordna sig efter samma principer som i Kortforsklotgraniten.

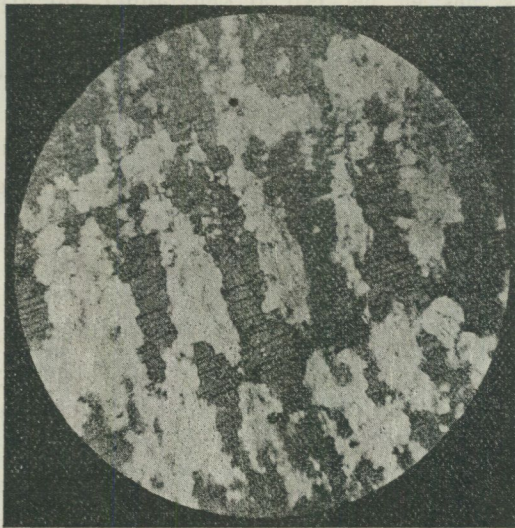
I sin uppsats om klotgraniten från Wirvik i Finland har FROSTERUS¹ meddelat en teori för klotbergarternas bildning, på hvilken jag här måste ingå, då den är väsentligen olik den tolk-

¹ L. c. s. 206 och följande.

ning, jag ofvan lemnat af förloppet vid Kortforsbergartens bildning, ehuru fakta i begge fallen äro temligen likartade. Såsom jag visat, kommer man, om man går från centrum mot periferien i ett klot ur Kortforsbergarten, till allt mera basiska mineral — efter alla erfarenheter om kristallisationsföljden i eruptivbergarter skulle man sålunda komma till allt äldre och äldre mineral. I detta hänseende äro förhållandena ingenstädes tydligare och enklare än just i denna bergart, men i hufvudsak samma förhållanden beträffande fördelningen af mineralen i klotet återfinnas dock hos en hel typ af klotgraniter, till hvilken utom förekomsten vid Slättmossa jemväl de vid Wirvik och Fonni höra. Denna fördelning har jag ansett oförenlig med uppfattningen af kloten såsom konkretioner, bildade under bergartens kristallisation, men FROSTERUS förklarar det oaktadt, att »die echte Kugelstruktur — — einem concretionären Vorgang während der Gesteinskristallisation entspricht». I detta fall skulle endast tvenne tolkningssätt vara möjliga, och för att undgå att antaga, att en kristallisationsföljd rakt motsatt den vanliga skulle gjort sig gällande vid klotens bildning, drifves FROSTERUS till att anse anhopandet af jernmagnesiamineralen i klotens yttre delar för ett rent mekaniskt fenomen. De fullständigt utkristalliserade mörka mineralen skulle hafva fått del af mot redan utskilda fältspatkristaller som centra diffunderande fältspatmolekylers rörelse och derigenom anordnats i koncentriska lager kring dessa centra(?). Det förefaller svårt att tänka sig detaljerna i denna process, som dessutom tyckes sakna stöd i de erfarenheter man har om molekyllarkrafternas sätt att verka. För öfrigt skulle man på detta sätt endast kunna erhålla en centrisk struktur hos bergarten, men ingalunda kemiskt väsentligen differenta, mot den omgifvande bergarten väl afgränsade klot. Äfven skulle häraf resultera genast vid sin bildning fasta klot, hvilket strider mot de af FROSTERUS relaterade exemplen på att klot varit mjuka och starkt influerat på hvarandras form. — Slutligen står och faller denna teori med påståendet, att de mörka mineralen i klotens yttre zoner äro mekaniskt dithörda i färdigkristalliseradt

tillstånd och sålunda distinkt äldre än samma zoners fältspat. FROSTERUS anför som exempel klotgraniten från Fonni, och för att visa huru förhållandena der gestalta sig, meddelas här en fotografi af ett typiskt ställe ur den yttre, glimmerförande zonen af ett klot från denna förekomst (fig. 2). Det ljusa är fältspat, det mörka biotit, begge i radielt anordnade partier. Intet af mineralen har sjelfständig form. Närliggande glimmerpartier äro enhetligt orienterade. Detta måste innebära en något så när

Fig. 2.



Klotgranit från Fonni, Sardinien.
Snitt genom randzonen af ett klot, visande radiel anordning af fältspat och glimmer, ca 10 ggr förstoradt.
(Autotypi efter mikrofotografi.)

samtidig kristallisation af både glimmer- och fältspatsubstansen och skulle i alla händelser vara oförenligt med tanken på en mekanisk ansamling af redan färdigbildade glimmerkristaller.

FROSTERI teori låter sålunda icke använda sig på klotgraniten från Fonni och den synes mig icke heller tillfredsställande kunna förklara alla detaljer i Wirviksklotgranitens byggning. I hvad mån det förklarings sätt, jag ofvan framställt för Kortforsklotgranitens uppkomstsätt, i mer eller mindre modifierad

form är egnadt att förklara dessa och beslätgade klotbergarters bildning, har jag icke fakta nog att bedöma. Trots det att icke så få s. k. klotbergarter redan mer eller mindre fullständigt hafva beskrifvits, synes tiden dock ännu icke vara inne för en gemensam behandling af alla klotbergarter under enhetliga synpunkter. De förhandenvarande visa sig mycket för olika, och hvarje nyfunnen afviker så pass mycket från de förut kända, att problemet om deras uppkomst ter sig allt mera kompliceradt. Så mycket kan dock sägas, att det för en hel klass af hithörande bergarter icke är fråga om ett enkelt anhopande af mineral under kristallisationsperioden, utan om ett fenomen, hvars orsaker förefunnos redan innan kristallisationen begynte.

2. Klotgranit från Envikens socken i Dalarne.

Den andra af de klotbergarter, för hvilka jag här har att redogöra, fanns af fil. stud. GUSTAF HELLSING såsom ett större löst block i en åker vid Balungstrand i Envikens socken af Nya Kopparbergs län. Genom välvilligt tillmötesgående af hr HELLSING öfverlemnades den närmare undersökningen af bergarten åt mig, liksom hr HELLSING äfven hade godheten ombesörja, att ett större stycke af blocket öfversändes till mig för att tjena som undersökningsmaterial.

Om denna bergarts geognostiska förekomst är ännu ingenting bekant och jag nödgas sålunda äfven i detta fall beklaga, att mitt bidrag till kännedomen af denna bergart endast kan blifva ett mycket ofullständigt.

Till utseende och karaktär skiljer sig denna klotbergart fullständigt från alla från vårt land förut bekanta och ansluter sig heller icke närmare till någon af de från utlandet beskrifna, hvilket kan tjena som ett nytt bevis på huru olika de bildningar man sammanfattar under benämningen klotbergarter sinner emellan äro.

Bergarten ifråga är en *klotgranit*, sammansatt af klot af plagioklas och biotit, tätt liggande i en storkornig grundmassa

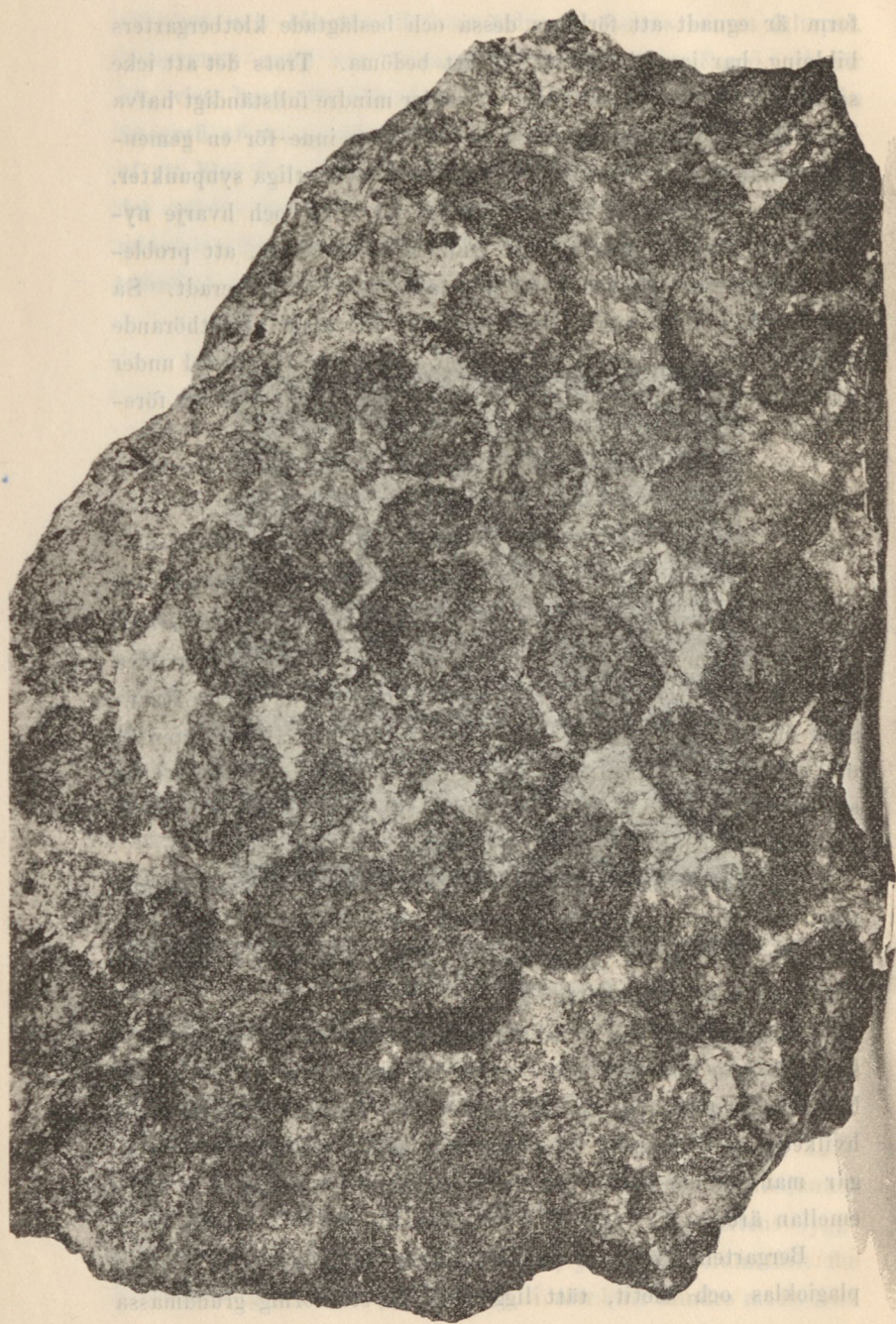


Fig. 3. Klotgranit från Envikens socken. $\frac{1}{2}$ nat. storlek. (Autotypi efter naturen.)

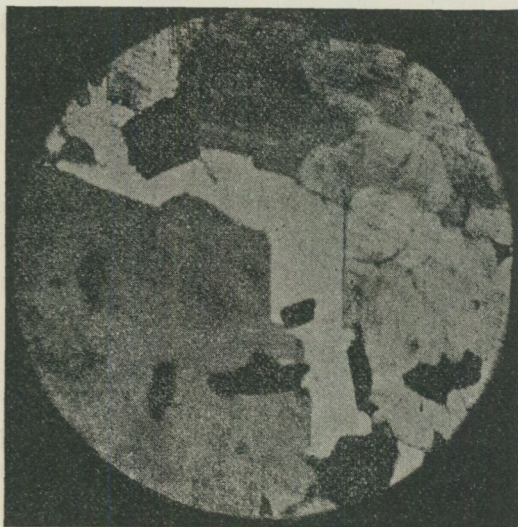
af mikroklin och kvarts med enstaka, stora, idiomorfa biotitkristaller. Kontrasten mellan de mörkare, rundade kloten och den hvita, mellanrummen utfyllande grundmassan framträder tydligt på fig. 3, som i half naturlig storlek återger ett stycke af klotgraniten. — Såsom figuren flerstädes visar, är det här tydligt att kloten ha influerat på hvarandras form, hvarigenom oregelbundet kantiga begränsningar uppkommit. Detta fenomen, som jemväl iakttagits i en del andra klotgraniter, t. ex. de från Stockholm, Wirvik och Slättnossa — men icke i den från Kortfors — är uppenbarligen primärt, beroende på rörelser i magman under kristallisationsperioden. Vål visar bergarten vid mikroskopisk undersökning många indicier på att den varit utsatt för tryck, men ingalunda af så genomgripande art, att klotens form deraf kunnat förändras.

Olikheten mellan klotens och grundmassans fältspat framträder tydligt redan makroskopiskt; hvarhelst en fältspatgenomgångsyta är synlig inom ett klot, visar den tvillingslameller, hvilket man deremot aldrig får se hos grundmassans fältspater. I några fall har observerats, att en större plagioklasgenomgångsyta i ett klot reflekterat samtidigt med ett angränsande mikroklinkorns genomgångsyta. Detta torde bero på att mikroklinen, hvilken, såsom längre fram skall visas, är en yngre bildning än plagioklasen, stundom afsatts i parallel orientering med denna.

Kloten bestå hufvudsakligen af oligoklas, anordnad i enhetligt orienterade sektorer, som stundom gå ända ut i kanten af klotet; oftare finnes dock en randzon af smärre plagioklaskorn. I klotets rand är hufvudmassan af biotiten att finna. Denna är ofta kloritiserad; när den är frisk, visar den mycket praktfulla s. k. pleokroitiska gårdar (Höfe) kring inneslutna zirkoner. Orienteringen af biotiten är temligen regellös och därför visa kloten i denna klotbergart ingen utpräglad tendens att vid slag lossna från den omgifvande grundmassan. Litet muskovit — tydligen sekundär — är iakttagen samt vidare små mängder mikroklin och kvarts. Mikroklinen uppträder i kloten såsom yngre

bildning, utfyllande mellanrum mellan plagioklaskristaller, men den har äfven funnits i parallelanordning inväxt i plagioklasen. Kvartsen i kloten gör alltid intrycket af en senare bildning; så utfyller den t. ex. i fig. 4 en spricka i plagioklasen, och kvartsen i denna spricka är enhetligt orienterad med kvarts, uppträdande såsom »quarz de corrosion» i klotets närliggande randzon och med en derutanför i grundmassan liggande större kvarts-

Fig. 4.



Kvarts, utfyllande en spricka i fältspat i ett klot ur klotgraniten från Envikens socken.

+ nicols. 18 ggrs förstoring.
(Autotypi efter mikrofotografi.)

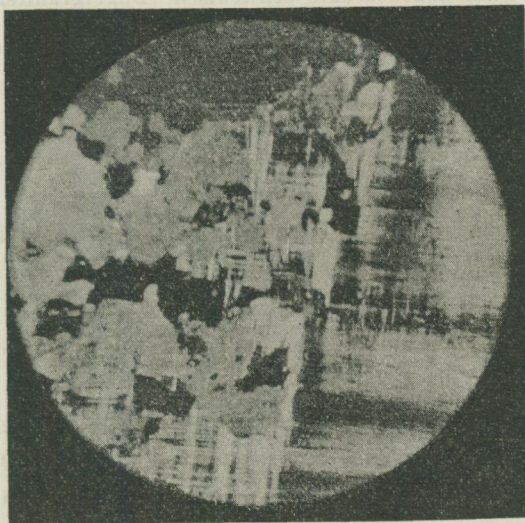
individ. Detta visar att kloten varit konsoliderade långt före grundmassan, hvilket t. ex. rörande Kortforsbergarten icke kan bevisas eller ens göras sannolikt.

Denna slutsats bestyrkes äfven genom studiet af gränsen mellan klot och grundmassa. Denna gräns är mest markerad af glimmern. Mellan grundmassans mikroklin och klotens plagioklas förlöper, såsom fig. 5 skall visa, gränsen fullständigt oregelbundet. Mikroklinen skjuter in tungor i plagioklasen, hvilken,

temligen starkt omvandlad för öfrigt, gör intryck af att vara betydligt äldre.

I likhet med hvad förhållandet var i Kortforsbergarten, äro kloten i klotgraniten från Enviken basiska utsöndringar. Men längre sträcka sig heller icke likheterna. I rent mineralogiskt hänseende märkes, att i den senare bergarten inga andra mörka mineral än biotit förekomma; egendomligt nog är ej ens magnetit

Fig. 5.



Gräns mellan klot och granit i klotgraniten från Envikens socken.
+ nicols. 17 ggrs förstoring.
(Autotypi efter mikrofotografi.)

observerad. Och i mineralanordning och struktur visa kloten i denna bergart inga antydningar om en konsolidation utifrån och inåt — tvärtom, de synas i afseende på sitt bildningssätt mera ansluta sig till de vanliga sfäroliterna. Dessa begge bergarter tillhöra således äfven i genetiskt hänseende skilda grupper, ehuru vi dock tills vidare måste sammanföra begge under det gemensamma namnet »klotgraniter».

Resumé.

Zwei neuentdeckte schwedische Kugelgranite.

Die hier beschriebenen zwei neuen Kugelgranite sind beide bis jetzt nur in losen Blöcken bekannt. Sie stammen aus dem mittleren Schweden, der eine wurde bei Kortfors im Kirchspiel Karlskoga, Gouvernement Örebro aufgefunden, der zweite bei Balungstrand im Kirchspiel Enviken, Dalekarlien.

Der Kugelgranit von Kortfors besteht aus dunklen, concentrisch gebauten, wohl gerundeten Kugeln von ziemlich gleichmässiger Grösse, die von einer spärlichen Zwischenmasse von Hornblendegranitit umgeben sind. Sowohl Kugel als Granit sind chemisch untersucht und die Zusammensetzung ist aus den beiden ersten der auf S. 2 aufgeführten Analysen zu ersehen. Ein Vergleich zwischen den beiden zeigt eine grosse Abnahme der SiO_2 und des K_2O , dagegen eine starke Zunahme des FeO , des CaO und des Na_2O in der Kugel der granitischen Zwischenmasse gegenüber. Die chemischen Verschiedenheiten sind in diesem Falle anderer Art als in dem Kugelgranit von Stockholm¹ und sind weit grösser als in demjenigen von Slättmossa;¹ am nächsten sind die Verhältnisse hier mit denjenigen im Kugelgranit von Wirwik² zu vergleichen.

Die Kugeln lösen sich durch Schlag ziemlich leicht vom Granit ab. Der Grund hierzu ist doch nicht wie z. B. im Kugelgranit von Fonni in der Anordnung des Glimmers der peripherischen Zone zu suchen, sondern die Ablösung ist durch das

¹ Geol. Fören. Förh. 9: 356 (1887).

² Min. Petr. Mitth. herausgegeben von BECKE. 13: 188 (1893).

Vorkommen von tangential gestellten Feldspathafeln nach M in der Grenzzone zwischen Kugel und Granit bedingt.

Die Kugeln sind ausgesprochen konzentrisch aufgebaut (Fig. 1); es lassen sich vier Zonen unterscheiden, die in Bezug auf relative Breite sich sehr konstant erweisen. — Die äusserste Zone ist durch das reichliche Vorkommen von 0.1—0.5 mm grossen Magnetitkörnchen charakterisirt, in einer Grundmasse von mittelkörnigem Oligoklas ziemlich gleichmässig vertheilt. Hornblende und Biotit kommen ausserdem vor, aber spärlich. — Die zweite Zone führt nur wenig Magnetit, dagegen Hornblende und Biotit in sehr reichlicher Menge. Diese machen etwa die Hälfte aus, der Rest ist Oligoklas. Hornblende und Glimmer ermangeln beide einer selbständigen Form und zeigen jeder für sich einheitliche Orientirung über grosse Theile des Gesichtfeldes. Radiale Gruppierung der Mineralien, wie sie in der Randzone des Kugelgranits von Fonni sehr deutlich zu beobachten ist (Fig. 2), lässt sich auch hier, obwohl weniger deutlich, erkennen. — Die dritte, breiteste Zone führt als Hauptmineral Oligoklas in radialen Strahlen, daneben stellen sich hier kleine Mengen von Orthoklas und Quarz ein. Hornblende, Glimmer und Magnetit kommen auch vor, doch spärlicher als in den beiden ersten Zonen. — Die Kernzone endlich ist frei von Magnetit und führt von Hornblende und Biotit nur seltene, aber oft ziemlich grosse Individuen. Dagegen tritt hier neben dem Plagioklas Mikroklin in etwa gleicher Menge auf, sowie ferner ziemlich viel Quarz. Wie in den übrigen Zonen sind auch hier Apatit und Zirkon vorhanden.

Es lassen sich Anzeigen einer ziemlich gleichzeitigen KrySTALLISATION der ganzen Kugel nachweisen. Die hellen Bestandtheile zeigen oft mikroperthitische, resp. mikropegmatitische Verwachsung, in der radialen Anordnung der zweiten Zone betheiligen sich sowohl die dunklen Mineralien als auch der Plagioklas, und mit Ausnahme von Magnetit, Apatit und Zirkon zeigt kein Mineral eine eigene Form.

Die Anordnung der verschiedenen Mineralien in den Kugeln ist folglich derart, dass die dunklen Mineralien peripherisch, Mikroklin und Quarz dagegen central angehäuft sind. Es lässt sich dies kaum mit einer Auffassung der Kugeln als während der Krystallisationsperiode gebildete Konkretionen vereinigen, da eine Konkretion ihrem Wesen nach von *Innen* nach *Aussen* wächst und bei den Kugeln ja *die älteren Mineralien peripherisch* liegen. — Würde man sich dagegen auf den Standpunkt der Li-
quationstheorie stellen und die Kugeln als schon im flüssigen Zustande ausgeschiedene »Tropfen« eines Theilmagma betrachten, welches von dem Muttermagma bei sinkender Temperatur nicht länger in Lösung gehalten werden konnte,¹ so würde jene Mineralanordnung sich als eine von vornehin als recht wahrscheinlich zu bezeichnende ergeben. Dann würden nämlich beim Anfang der Krystallisationsperiode *im Inneren* der Kugeln keine besonders prädisponirte Ansatzpunkte sich befinden, sondern die sich zuerst ausscheidenden Mineralien würden sich am Rande der Kugeln ansammeln.

In dem nahestehenden, zum Vergleich hereingezogenen Kugelgranit von Slättmossa in Schweden lassen sich zwei getrennte Zonen unterscheiden. Die Kernzone führt in ihren centralen Theilen Oligoklas, sowie untergeordnet Orthoklas und Quarz; dazu gesellen sich etwas Hornblende und Biotit. Die Menge dieser dunklen Mineralien nimmt nach Aussen hin bis zum Vorwiegen zu. Dann folgt mit scharfer Grenze die Randzone, deren innerer Theil nur aus Plagioklas (Ab_1An_1) mit etwas Magnetit besteht. Nach Aussen zu stellen sich doch auch hier Hornblende und Biotit ein, so dass wieder eine hauptsächlich von diesen Mineralien bestehende dunkle Umrandung entsteht. — Es zeigt sich also hier den Verhältnissen im Kortforser Kugelgranit gegenüber eine Recurrenz der dunklen Mineralien. Kern und Randzone haben ja aber ziemlich verschiedene chemische Zusammensetzung — erstere ist orthoklas- und quarzführend, letztere nicht —

¹ Vergl. den Aufsatz des Verf. »Causes of magmatic differentiation« in Journal of Geology. I: 773 (1893).

weshalb man an eine Trennung der beiden Zonen schon im flüssigen Zustande als durch fortgesetzte Liquefaction hervorgebrachte Schichtenbildung denken konnte. Wäre dies der Fall, so würden die sich ausscheidenden Mineralien sich nach denselben Principien anordnen wie in den Kortforsker Kugeln und die Recurrenz hätte eine Erklärung gefunden.

FROSTERUS¹ hat den Versuch gemacht jene, gewisse Kugelgranite charakterisirende Anordnung der Mineralien, wobei die älteren peripherisch, die jüngeren central liegen, mit der Auffassung sämtlicher Kugelbildungen als Konkretionen in Einklang zu bringen. Er wird dabei zu der Annahme genöthigt, dass durch die Bewegung von nach schon auskrystallisirten Feldspathkrystallen als Centra gravitirenden Feldspathmolekeln die bereits ausgeschiedenen dunklen Mineralien in concentrischen Lagen um diese Centra angeordnet worden sind, etwa wie die Augitnadel in einem wachsenden Leucitkrystall. Gegen diese Annahme lässt sich u. A. einwenden, 1:o dass dadurch wohl centriscche Struktur des Gesteins, jedoch keine von ihrem Nebengestein scharf getrennte und von diesem chemisch wesentlich verschiedene Kugeln entstehen könnten, und 2:o liessen sich die aus Kortfors, Slättmossa und besonders Fonni bekannten, aus nur allotriomorphen Mineralien aufgebauten radialen Randzonen (Fig. 2) mit einer Annahme von mechanisch zugeführten, fertig auskrystallisirten Biotitkrystallen nicht vereinigen.

Der zweite der hier beschriebenen Kugelgranite, von Balungstrand im Kirchspiel Enviken (Fig. 3) besitzt eine grobkörnige Grundmasse, welche fast nur aus Mikroklin und Quarz besteht; dazu kommen vereinzelt, aber bisweilen recht grosse, idiomorphe Biotitkrystalle. — Die Kugeln lassen sich am nächsten als grosse Oligoklassphärokrystalle charakterisiren, denen besonders randlich etwas Biotit eingelagert ist. Untergeordnet kommen ferner in den Kugeln Mikroklin und Quarz vor, die sich aber zum grössten Theil als ziemlich späte Bildungen erweisen, wie z. B. in Fig. 4, wo Quarz direkt als Füllung einer durch

¹ L. c. S. 206.

Knickung entstandenen Spalte auftritt. Durch derartige Knickungen, sowie durch die Erscheinungen an der Grenze zwischen Kugel und Granit, wo Einbuchtungen wie die des Mikroklin im Plagioklas in Fig. 5 vorkommen, zeigen sich die Kugeln als distinkt ältere Krystallisationen als der zwischenliegende Granit, was bei den Kugelgraniten vom Typus Kortfors sich nicht nachweisen lässt.

Es sind demnach die beiden hier beschriebenen neuen Kugelgranite sowohl strukturell als mineralogisch sehr verschieden und gehören sogar genetisch verschiedenen Typen an, obwohl wir vorläufig beide unter dem Namen »Kugelgranite« zusammenfassen müssen.