

GRANULITT—MANGERITT— EKLOGITT

Granulite—Mangerite—Eclogite

Av

IVAN TH. ROSENQVIST

A b s t r a c t. The relation between the proposed granulite-, mangerite-, and eclogite facies is discussed.

As a result of investigations in Western Norway and Central Europe, combined with laboratory experiments, it is concluded that these three facies are representing more or less the same thermodynamic conditions. The string pertite type of the feldspar is characteristic.

Forord.

Den foreliggende avhandling ble fremlagt som foredrag ved det II. Nordiske Geologiske Vintermøte i Oslo, januar 1956. Avhandlingen er av preliminær natur og det har ikke vært mulig å gjennomgå det ganske omfattende materialet som foreligger og som kan belyse problemene grundigere. Når jeg allikevel har funnet det riktig å offentliggjøre arbeidet, først i form av foredrag og nå i trykk, så skyldes det at de problemer som behandles er av stor viktighet for forståelse av Norges høymetamorfe bergarter. Avhandlingen bør derfor ses på som et diskusjonsinnlegg og betraktes som en diskutert arbeidshypotese. Det feltarbeid som ligger til grunn for avhandlingen har i sin helhet vært støttet av Forskningsfondet av 1919 og av Oslo Kommunes Stipendium for Vitenskapelig og Industriell Forskning. Takket være dette siste stipendium var det mulig for meg å foreta en omfattende reise til de fleste mellom-europeiske granulittforekomster. Denne reise har vært av uvurderlig betydning for det syn jeg er kommet frem til. Jeg takker herved de to institusjoner, Forskningsfondet av 1919 og Oslo Kommune.

I en avhandling som utkom for et par år siden (11) behandlet jeg feltspatmineralenes og de metamorfe fasis. En av konklusjonene i dette arbeid var at granulittfasis og eklogittfasis er meget intimt forbundet. Begge fasis ble ansett å representere forholdsvis store dyp i jordskorpen og forholdsvis høye temperaturer. Noen skarpe grenser mellom granulittfasis og eklogittfasis anså jeg ikke mulig å trekke på krystallkjemisk grunnlag. Derimot var det noenlunde enkelt å definere en grense mellom den felles «eklogitt-granulittfasis» på den ene side, og gabrofasis eller hornfelsfasis og amfibolittfasis på den annen side.

Det viktigste krystallkjemiske kriterium ved granulitt-eklogittfasis er at biotitt ikke er stabil i denne fasis, men går over til granatminerale (10). I de dypeste deler av fasisgruppen er disse granater av eklogitt-granattypen, dersom den kjemiske sammensetning av bergarten tillater slike granater å dannes. I den høyere del av fasisgruppen, svarende til lavere trykk, vil eklogittgranater vanligvis ikke dannes, men derimot almandin. En rekke av de norske eklogittforekomster inneholder således almandin og ikke den ekte eklogittgranat (1,7). For øvrig er det lite som skiller disse vestnorske eklogitter fra ekte eklogitter, og det kan neppe trekkes noe skarpt skille som skal gjøre det mulig å utskille de vestnorske «eklogitter» fra de ekte eklogitter.

Ved siden av de klassiske fasiskriterier slik som har vært skissert ovenfor, anså jeg det mulig å skille ut bergarter tilhørende amfibolitt- og eklogitt-granulittfasis på grunnlag av feltspatens pertitt-type. Krystallkjemiske undersøkelser over diffusjonen av joner i kalifeltspat og plagioklas hadde vist at ved høy temperatur forelå det en utpreget diffusjonsanisotropi, slik at det geometriske sted for de differerende joner dannet et treaksig elipsoid med utpreget eksentrisitet. Under slike forhold må man forvente at den pertitttype som utskilles, vil ha strengform eller spindelform. Det vil si at de typiske «jotunpertitter» er karakteristiske for utskillelsesformen ved høy temperatur og de ble ansett som et mulig fasiskriterium.

Ved undersøkelser utført i området Lesja—Tafjord og utover Sunnmøre, viste det seg at strengpertitter var forholdsvis vanlige også i gneisbergartene der, på tross av at disse gneisbergarter ikke på noen vanlig måte kunne sies å likne granulittene. Bergartenes alminnelige metamorfosegrad tilsvarte amfibolittfasis og ofte sogar epidotamfibolittfasis eller saussurittfasis.

Under et møte i Norsk Geologisk Forening for et par år siden gjorde dr. Tore Gjelsvik oppmerksom på at en prøve av gneis fra øya Runde, 30 km vest for Ålesund, hadde vist seg å inneholde rombisk pyroksen og granat. Vi er her inne i et mineralselskap som ligner meget sterkt på enkelte mellom-europeiske granulitter. Da dette funn interesserte meg meget, foretok jeg med støtte fra Forskningsfondet av 1919 en reise i de ytre kystdistrikter mellom Stad og Runde og samlet inn et forholdsvis omfattende materiale av gneiser og eklogitter fra dette område. Denne undersøkelse ga til resultat at man meget ofte finner finkornige gneiser med granat og altså også rombisk pyroksen. Feltspatene var i de aller fleste av disse bergarter av den tidligere beskrevne strengpertitt og antipertitt-type. Gneisene kunne ofte uten særlig brudd på vedtatt terminologi anses for å tilhøre Bergen—Jotunstammen. Gneisene hadde utpreget kaledonisk struktur og må anses for å være sterkt metamorfoserte i den kaledonske foldingsperiode.

I sitt sammenfattende arbeide (12) «Bemerkung zur Genese des Gesteins- und Mineralfasis der Granulitte» går K. H. Scheumann blant annet inn på betingelsene for granulittmetamorfosen. Han kommer til at granulittfasis og eklogittfasis er karakterisert ved høy allsidig trykk og høy temperatur, dessuten ved stressfenomener. Derimot skriver han at «Ingen argumentasjon har fått ham til å anta at temperaturen har vært høyere enn den som er karakteristisk for hornfelsfasis». Som jeg skrev i min avhandling om feltspatmineralene og de metamorfe fasis, antok jeg nettopp at temperaturen ved eklogitt- og granulittfasis maksimalt var den samme som ved hornfelsfasis, og kriteriet for et skille mellom disse to fasis er vesentlig avhengig av trykket.

Den tørrhet som man stadig finner ved eklogitter og granulitter behøver ikke å skyldes noen særskilt høy temperatur, derimot er det tørrheten vi kan takke for at vi i det hele tatt har granittiske bergarter fra granulittfasis oppbevart. Hadde nemlig ikke bergartene vært så ekstremt tørre ville granittisk sammensatt utgangsmateriale overgått i et anatektisk magma.

Den belgiske professor Paul Michot som har holdt foredrag her i Norsk Geologisk Forening og som sommeren 1955 ledet ekskursjon i Egersundfeltet, har foreslått en fasis som han kaller mangerittfasis (9), svarende til den metamorfosegrad eller de krystalisasjonsbetingelser hvorunder Bergen—Jotunstammens vanlige bergarter krystal-

liserte. En slik betegnelse kan være brukbar på samme måte som man har betegnelsen gabbrofasis for de magmatiske bergarter og hornfelsfasis for de metamorfe bergarter som er krystallisert eller omdannet under forholdsvis høy temperatur og under et moderat trykk. Dersom ikke betegnelsen «mangerittfasis» skal anvendes på den rent magmatiske fasis, synes uttrykket mangerittfasis ikke å ha noen betingelse for å slå i gjennom, idet en ikke kan innse hvori trykk og temperaturforholdene under mangerittfasis atskiller seg fra granulittfasis og altså deler av den gamle eklogittfasis.

Det blir i dette korte foredrag ikke anledning til å gå inn på de forskjellige lokaliteter, men som et foreløpig resultat av de undersøkelser jeg har foretatt i området Rudihø, der dr. Tore Gjelsvik i sin tid gjorde sin hovedoppgave (3), og på Vestlandet fra Stadt til Runde samt i Bergensbuen og Egersundsfeltet, kommer jeg til en konklusjon som noenlunde kan sammenfattes på følgende måte:

Eklogitter, granulitter og Bergen—Jotunstammens magmatiske bergarter har alle krystallisert eller rekrystallisert under forhold med meget høyt trykk og høy temperatur, og de har derved fått mange fellestrekk. Da Bergen—Jotunbergartene herved er oppfattet som karakteristiske for et trykk-temperaturområde, er det vanskelig å opprettholde betegnelsen Bergen—Jotunstammens bergarter så lenge man ikke kan bevise at disse er cosanguine. Tvert i mot forekommer det meg som rimelig å anta at så og si en hver bergart vil få preg som er karakteristiske for Bergen—Jotunstammen, dersom de krystalliserer under tilsvarende fysikalske forhold. Jeg har derfor foreløpig kommet frem til en antagelse av at de såkalte Bergen—Jotunstammens bergarter representerer forskjellige ikke cosanguine bergarter. Noen av dem kan være prekambriske, noen av dem muligens eller sogar sannsynlig kaledonske. Dette syn må ikke oppfattes slik at jeg vil nekte for at det finnes magmatiske Bergen—Jotunbergarter. Tvert i mot synes en del lokaliteter å tyde på ekte magmatisk differensiasjon. Karakteristisk for de sure derivanter, er imidlertid at de må ha vært meget vannfattige, Dersom man har vannrikere utgangsmateriale, vil disse ikke kunne krystallisere under disse forhold og vil som magma trenge høyere opp i jordskorpen der trykket respektive temperaturen blir lavere. Jeg kan tenke meg at en god del av Oppdalitt—Trondhemittstammens bergarter nettopp representerer slike magma som er presset opp i kaledonsk tid. De gabbroidbergarter dr.

Gjelsvik har behandlet under betegnelse «doleritter» (4) skulle kunne danne en slags mellomstilling mellom Bergen—Jotunstammen og Oppdalitt—Trondhjemittstammen.

Angående gneisene fra Stadt til Runde så er disse karakterisert ved at de alle inneholder glimmermineraller. Da slike mineraller ikke er stabile i granulittfasis, står man overfor en tydelig vanskelighet dersom man antar at dette gneiskompleks representerer opprinnelige kaledonske granulitter. Det er da på sin plass å gjøre oppmerksom på at særlig de moldanubiske, men også de sachsiske granitter meget ofte inneholder betydelige mengder glimmermineraller. Både Scheumann og Zoubeck har kunnet vise at disse glimmermineraller er av to forskjellige generasjoner. For det første har man den såkalte restbiotitt, dvs. biotitt som ikke har rukket å bli overført til granat. Dernest har man den sekundære biotitt og dette er den alminneligste. Man får altså de samme forhold som Kolderup antyder i den siterte avhandling.

Resultatet av disse overlegninger ble derfor at feltsmineralene som har karakteristiske streng- og spindelpertitter, er primære i forhold til glimmermineralene. Videre at den tekstur med avplattete kvartser og finkornige mineraller som man ofte finner, representerer det samme som man har i Mellom-Europas granulitt, men at diaftorese har vært mer virksom i Vest-Norge enn i Sentral-Europa.

Likeledes har den opprinnelige metamorfose vært mer intens i Vest-Norge enn ved de Sentral-Europeiske granulitter. I disse siste kan man ofte tydelig vise hva utgangsmaterialet har vært, nemlig både paramaterial og ortomaterial. I Vest-Norge er det knapt mulig med sikkerhet å vise utgangsmaterialets art på samme måte, selv om endel av de lyse «granulittbergarter» mulig kan sannsynliggjøres som metasparagmitter.

Granulitt, slik som den defineres av tyske, østerrikske og skandinaviske forskere, innebærer både tekstur-, assosiasjon- og fasiskriterier. I angelsaksisk og vel også i fransk litteratur benytter man «granulitt» vesentlig som et teksturbegrep. Etter denne definisjon ville det være mange av de leptittiske gneiser i nord-vest-området som er «granulitter». Etter min oppfatning er det ofte korrekt å betegne disse bergarter som meta-granulitter.

Nylig har professor Niels-Henr. Kolderup (6) publisert en artikkel over sammenhengen mellom skifre, gneiser og eklogitter i

«nordvesttavlen.» Et av de store problemer som han her behandler er sammenhengen mellom eklogittenes tilsynelatende meget høye metamorfosegrad, og de omgivende skifre og bergarters vesentlige lavere metamorfosegrad. (Han oppfatter de forskjellige gneiser, migmatitter og granittiske bergarter som granittiseringsprodukter av opprinnelige skifere). Da disse gneiser må ha befunnet seg på samme dyp som de innleirete eklogitter, tenker han seg at gneisene en gang har vært i samme fasis som eklogitter, men senere er blitt overført til nåværende mineralfasis ved en ny metamorfose eller granittisering hvorved de siste har foregått relativt kaldt. Dette kan bringes bra i overensstemmelse med den observasjon at de fleste eklogitter har randsoner av eklogittamfibolitter eller amfibolitt, og at det dessuten finnes eklogittliknende mindre klumper syd for Sulen, som består av amfibolitt og granatamfibolitt. Dette tar Kolderup som et tegn på lavtemperaturmetamorfose, eventuelt med følgende granittisering som har gått til angrep på opprinnelige eklogitter.

Denne Kolderups oppfatning er meget interessant og dekker for en stor del en oppfatning jeg også har kommet frem til. Da vi her i Norge er dårlig utstyrt med ekte granulittiske bergarter, foretok jeg sommeren 1955 en reise til alle de klassiske granulittlokaliteter i Mellom-Europa. (I Sachsen, Böhmen, Mähren og Nieder Donau i Østerrike (5, 8, 10, 12, 13)). Jeg var så heldig å ha kontakt med de beste kjennere av disse bergarter, slike som professor Schüller i Berlin, dr. Zebera i Prag. Dr. Zebera har samarbeidet med Zoubeck i hans omfattende granulittarbeider. Videre har jeg vært sammen med professor Köhler i Wien. Felles for alle disse geologer er at de har kommet frem til den oppfatning at granulittene var ekte metamorfe bergarter, og *ingen av dem* har sett ekte granulitter som ikke har pertitter av strengtypen. Jeg har selv gått gjennom ca. 50 slip av granittiske og gabbrodiorittiske granulitter og funnet det samme.

Både i det sachsiske granulittmassiv og moldaubikum i Böhmen og Mähren finner man små eklogittpartier. Noen av disse har vært beskrevet av Hentschel (ved Frankenberg i Sächsische Zwischengebirge). Liknende forhold i Böhmen blir for tiden bearbeidet, ved den tsjekkiske geologiske undersøkelse.

LITTERATURFORTEGNELSE

1. ESKOLA, P.: On the eclogites of Norway, Videnskap.selsk. I. mat. naturv. klasse 1921 nr. 8.
2. — On the granulites of Lapland. 52 Americ. Journ. of Science, Bowen, Vol. (1952) s. 133—71
3. GJELSVIK, T.: Anorthosittkomplekset i Heidal. Norsk geol. tids. 25, 1946 s. 1—58.
4. — Metamorphosed dolorites in the gneiss area of Sunnmøre on the west coast of southern Norway. Norsk geol. tids. 30, 1953, p. 33—134.
5. HENTSCHEL, H.: Über die petrographische Ableitung der Frankenberg—Mobendorfer Kristallinscholle des Sächsischen Zwischengebirges. — Ber. math.-phys. Kl. Säcs. Akad. Wiss. 84 (1932).
6. KOLDERUP, N.-H.: Sammenhengen mellom skifre, gneiser og eklogitter i Nordvest-Tavlen». Geol. för. förh. Stockholm 1955, bind 77.
7. — og ROSENQVIST, I. TH.: Giant Garnet Crystals from Gjølanger Western Norway. Univ. i Bergen. Årbok 1950. Nat. vit. skap. rekke nr. 6.
8. KÖHLER, A.: Die moldanubischen Gesteine des Waldviertels (Niederdonau) und seiner Randgebiete. Teil I. u. II, Fortschr. d. Min. Krist. Petr. 25 (1941).
9. MICHOT, P.: Les traits principaux de la geologie du Rogaland Meridional. Stensilert ekskursjon-guide aug. 1955.
10. PHILIPSBORN, H. VON: Die Mineralkomponenten des Pyroxengranulits von Hartmannsdorf (Sa). — Chemie d. Erde 5 (1930).
11. ROSENQVIST, I. TH.: The Metamorphic Facies and the Feldspar Minerals. Univ. i Bergen. Årbok 1952. Nat.vit.skap. rekke nr. 4.
12. SCHEUMANN, K. H.: Bemerkungen zur Genese der Gesteins-und Mineralfazies der Granulite. «Geologie» Band 3, Nr. 2, Berlin 1954.
13. ZOUBECK, VI.: Flere avhandlinger i Vestnik Statniho geologickeho ustavu republiky Ceskoslovenske. 1948—1955.

Manuskript mottatt 9. mars 1956.

Trykt juni 1956