

SYDGRØNLANDS NEFELINSYENITER

Af mag. scient. *Jan Bondam*

Fra Narssaq er der kun et par timers sejlads til et gammelkendt laksested, Tunuar-miut, ved foden af Nunasernaq. På sejlturen dertil passerer man fjeldet Ilimaussaq, der bjergartsmæssigt afviger stærkt fra det omgivende terræn. Det ses meget smukt her, hvor det gennemskæres af Tunugdliarfik, eller Skovfjorden. Fra Nunasernaq kan vi overskue Tunugdliarfik's østlige bred: i baggrunden rejser sig Redekammen, som danner kompleksets naturlige begrænsning mod øst, og i syd ligger Iviangiussat, der ligger på randen af Ilimaussaq-massivet, halvvejs ind i den næste fjord, Kangerdluar-ssuk.

Så længe geologiske undersøgelser eller rekognosceringsrejser har fundet sted i Grønland, har Ilimaussaq tiltrukket sig opmærksomheden på grund af dets fra det normale afvigende bjergarter og mineraler, af hvilke mange ikke findes noget andet sted på kloden. Ilimaussaq er et af flere komplekser i Sydgrønland, hvor disse sjældne bjergarter, som kaldes nefelinsyeniter, optræder. Længere mod nord, mellem Igaliko og Narssarssuaq ligger en tilsvarende »batholit«, en »bundløs« bjergartsprop, der er kilet ind i de mere almindelige, regionale bjergarter. En tredie forekomst strækker sig fra Grønnedal til Ikafjordens bund.

Vi kan takke *Karl Ludwig Giesecke*, en tysk bjergværksingeniør, som berejste Grønland fra 1806 til 1813, for den første beskrivelse af Ilimaussaq-kompleksets bjergarter. Han skriver blandt andet:

»Ved foden (af fjeldet ved landgangsstedet i Skovfjorden) ligger en mærkværdig slags granit, med rød granat*), lavgrønne og gullige, korundlignende feldspat, sort hornblende, stjerneformede strålsten**) og grønne, letforvitrende, granatlignende, krystalliserede »fossiler« (herved menes krystaller), som lejlighedsvis forekommer sammen med et feldspatlignende mineral, som har fedtglans og som på friske brudflader er rødfarvet som ferskenblomster, men som næsten umiddelbart efter taber denne livlige farve***).«

Herved har Giesecke givet en summarisk beskrivelse af en bjergart, som senere af *K. J. V. Steenstrup* benævnes naujait, opkaldt efter Naujakasik, et lille fladt næs på

*) eudialyt **) ægirin ***) sodalit

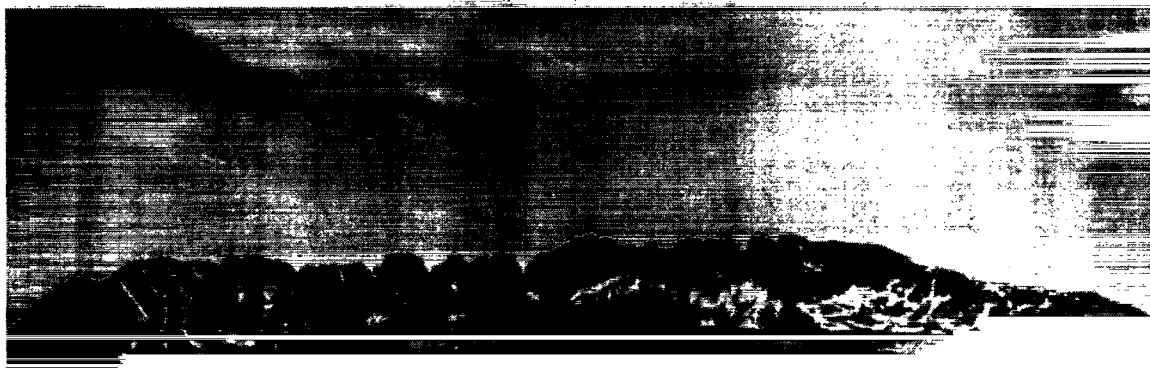
Skovfjordens sydøstside. Eftertiden har ikke holdt fast ved Giesecke's mening, at bjergarten kunne kaldes en granit, tværtimod. Den indeholder overhovedet ingen kvarts, som ellers er så kendetegnende netop for granit. Efter sin rejse henledte Giesecke opmærksomheden på kryolitforekomsten ved Ivigtut, og der blev tillige hjembragt et antal for datiden ukendte mineraler.

I 1876 udsendtes en ekspedition til Julianehaabdistriktet under ledelse af *K. J. V. Steenstrup* og med deltagelse af *G. Holm* og *A. Kornerup*. Rejsen havde til formål at udføre topografiske, geologiske og arkæologiske rekognosceringer. Vi kan vel sige, at ekspeditionens vigtigste resultat var tilvejebringelsen af et topografisk og geologisk skitsekort over området omkring Skovfjorden. Året efter besøgte Steenstrup igen disse egne og kom hjem med store samlinger, som desværre gik tabt under branden på Christiansborg slot.

Det næste store arbejde blev udført af *N. V. Ussing*, som havde gjort det til sin opgave at beskrive de forskellige former, hvorunder nefelinsyeniterne og de ledsagende bjergarter findes. Han forsøgte at danne sig et begreb om oprindelsen af disse stærkt alkaliske massiver. Hans værk udkom i 1912, året efter hans død, og til trods for at opfattelsen af disse bjergarters dannelse er væsentlig forandret siden den tid, er Ussings arbejde stadig en af de grundlæggende og oftest citerede beskrivelser af disse sjældne og interessante nefelinsyeniter.

I Steenstrups og Ussings kølvand fulgte en række mineralogiske undersøgelser over nye mineraler. På dette tidspunkt var mineralogien meget dyrket. Der fandtes mange navnkundige mineraloger, som var begyndt på at katalogisere alle verdens mineraler og Grønlands nefelinsyeniter leverede et pænt antal hidtil ukendte mineraler, i særlig grad forekomsten ved Narssarssuq. Her bør nævnes, at undersøgelserne af de grønlandske mineraler udførtes af den danske mineralog *O. B. Bøggild* og den svenske mineralog *E. Flink*.

I 1938 udkom et andet epokegørende arbejde om Sydgrønland, af den svejtsiske geolog *E. Wegmann*. Wegmann reviderede mange synspunkter, som indtil da havde syntes urokkelige, og han formede også en ny teori om nefelinsyeniternes dannelse. Han gjorde det intuitivt, og da vi idag kan indse, at hans problemstilling er i overensstemmelse med de moderne opfattelser, kan man ikke uden videre afvise de tanker, Wegmann gjorde sig med hensyn til de grønlandske nefelinsyeniter, selvom hans argumenter ikke blev støttet af mikroskopiske studier og kemiske analyser, som Ussings blev det. Selvfølgelig mødte Wegmann modstand, eller rettere sagt, han blev ikke troet. Besvarelse af spørgsmålet om, hvad der udspiller sig i Jordens indre, må nødvendigvis være spekulativ og vil altid møde modstand. Man har respekt for et videnskabeligt stærkt og reelt underbygget argument, man anerkender en videnskabsmands autoritet, men aldrig vil et videnskabeligt værk stå uantastet. Efter Wegmanns publikation ind-



Til venstre Redekammen – til højre Ilimauss.

traf den anden verdenskrig, der for en tid standsede al diskussion og yderligere undersøgelser. Som de vigtigste udgangspunkter for at få et overblik over disse bjergarters opståen, har vi nu Ussings klare beskrivelse og Wegmanns yderliggående ideer, som endnu mangler at blive underbygget, men som repræsenterer en ny, aktuel tankegang. Det er stillingen idag, og ingen tør endnu tage et endeligt standpunkt. Kun en fornyet undersøgelse ville kunne give os svar på en række af de store spørgsmål – en iøvrigt meget krævende og tidsrøvende opgave. Jeg vil i det følgende prøve at lade tankerne strejfe problemet og forsøge at sammenligne de grønlandske nefelinsyeniter med analoge bjergarter fra andre egne af jorden.

Inden det egentlige problem, dannelsen af disse mærkværdige bjergarter, kan omtales, vil det være nødvendigt at forklare, hvad nefelinsyeniter egentlig er.

En granit indeholder kvarts, kalifeldspat og mørke mineraler. Forsvinder kvartsen, kan bjergarten i nogle tilfælde benævnes en *syenit*. Forsvinder der tillige en del af feldspaterne, og dannes der i stedet for »feldspaterstatninger«, – feldspatoider –, hvortil



lyse partier udgøres af nefelinsyenit.

Foto: Bondam

nefelin hører, opstår en *nefelinsyenit*. Det vil være tydeligt, at dannelsen af disse »erstatnings«-minerale afhænger af forholdet mellem de grundstoffer, som spiller en rolle ved bjergarternes opbygning. Et særligt kendetegn for nefelinsyeniter er, at alkali-mængden altid er stor i forhold til mængden af silicium-ilte, den almindeligste syre-gruppe i de bjergartsdannende mineraler. I hvor høj grad bjergarterne får et særligt præg afhænger i mange tilfælde af tilstedeværelsen af andre grundstoffer end alkalier, silicium og ilt. Tilstedeværelsen af små mængder zirkonium betinger dannelse af et zirkonium-silikat, *eudialyt*, det kødfarvede mineral, som er så karakteristisk for *naujait*. Jern og magniums tilstedeværelse giver hornblende, der kendetegner de mørke syeniter, *lujavrit* og *augit-syenit*. Klor og natrium indgår i et silikat, som kaldes *sodalit*, og det er ligesom nefelin undermættet med hensyn til silicium. Bjergarter i Sydgrønland, som indeholder dette mineral, kaldes *sodalit-foyait*. Alle de nævnte bjergarter er variationer over samme tema: det er med hensyn til kiselsyre undermættede, stærkt alkaliske mineralkombinationer, kort sagt *nefelinsyeniter*.

Vi vender nu tilbage til Ilimaussaq. Dette kompleks ligger i et grænseområde mellem to bjergartsformationer af forskellig alder. Julianehaabsgranit er den ældste formation, som her i Sydgrønland har stor udbredelse. Ovenpå graniten ligger en mægtig sandstensaflejring, *Igaliko sandsten*, og ovenpå den igen en vulkansk serie, bestående af gamle *lavadekker*. Sandstenen og lavaserien kalder man Gardar-formationen. Store, dybtgående forkastninger har bragt Gardar-formationen, som er dannet på jordens overflade, i niveau med Julianehaabsgraniten, der er dannet i de dybeste dele af jordskorpen.

Man ved nu, at sandstensserien, de vulkanske bjergarter og nefelinsyenitterne hører sammen; de danner en cyklus. Der vides kun meget lidt om alderen af den sydgrønlandske cyklus. Hidtil er der ingen forsteninger fundet i Igaliko-sandstenen, som antageligt for størstedelen er aflejret på land. Derfor er man nu tilbøjelig til at henregne sandstensaflejringerne til den periode i jordens historie, prækambrium, hvor der intet liv var, bortset fra mulige alger og bakterier. Ligheden mellem Igalikosandsten og visse kontinentale aflejringer i Europa fik Ussing til at henregne dem til devon-tiden, den tidsalder, hvor der endnu ikke fandtes rigtige landdyr og kun få planter. Vulkanserien, porfyrer, er selvfølgelig yngre end sandstenen, idet den ligger ovenpå den. Nefelinsyenitterne gennemtrænger både sandsten og porfyr og er således det yngste led i denne cyklus.

Det mest iøjnefaldende træk er vel, at der midt imellem krystallinske bjergarter, – Julianehaabsgranit, – findes denne mægtige, næsten uomdannede sandstens- og lavaserie. Når aflejringerne er bevaret i et område, der ellers siden prækambriet har været genstand for erosion, må det nødvendigvis skyldes, at der har dannet sig en gravsænkning, som det kaldes, på det gamle urkontinent. Sådanne kontinentale gravsænkninger findes også under udvikling idag. I enkelte af dem foregår nedsænkningen roligt gennem meget lange tider, men man kender også gravsænkninger med relativ hurtig bevægelse, hvor vulkanske bjergarter, som i form af lava stiger op fra dybet langs de forkastninger, der danner gravens begrænsning, udfylder sænkningen. Et eksempel på sådan en aktiv fordybning på et kontinent er den østafrikanske Riftvalley. Det er konstateret, at de vulkanske produkter, der afgives langs de kontinentale forsænkninger, gennemgående har et større alkali-indhold end lavaen fra de vulkaner, der ligger indenfor ikke-kontinentale områder, som f. x. det nordatlantiske basaltområde, hvortil basalterne på Disko-Nugssuaq og i Østgrønland hører.

Hermed er kun den første fase i udviklingen skildret, en udvikling, der omfatter aflejring, det sedimentære stadium, efterfulgt af vulkanvirksomhed, det effusive stadium. Det tredje trin i processen er dannelse af de alkaliske, krystallinske massiver, det intrusive stadium. Dannelseshypoteserne har netop kredset om det sidste, om besvarelsen af spørgsmålet, *hvordan de stærkt alkaliske bjergarter er fremkommet.* Ussing har m. h. t. de sydgrønlandske nefelinsyeniter holdt sig til den for hans tid gængse opfattelse, at krystallinske bjergarter var opstået af smeltmasser, magmaer. Han mente at kunne

udrede de forskellige syenittyper ud fra et med hensyn til silicium-ilte undermættet stammagma, som i tidens løb ændrede sammensætning. Da slutfasen er en alkali-granit, måtte siliciummængden i det sidste magmaprodukt være tiltaget så meget, at der kunne dannes fri kvarts – kvarts er netop silicium-ilte –, og derfor antog Ussing, at store mængder sandsten, som hovedsagelig består af kvartssand, var blevet angrebet af og derefter opløst i det flydende magma, der således blev rigere på silicium. *Wegmann* derimod forkastede enhver tanke om, at syeniterne kunne være dannet af smeltede masser. Han mente at kunne påvise, at syeniterne var dannet på bekostning af de lokale bjergarter som granit, sandsten og lava, gennem alkalitilførsel fra dybet. Alkalierne ville angribe de forhåndenværende mineraler, og nye mineralkombinationer ville blive dannet. Denne proces kaldes *metasomatose*, en proces, der foregår jævnt og langsomt.

Ussing havde kendskab til et område med beslægtede bjergarter i umiddelbar nærhed af Oslo, og det var derfor indlysende, at han forsøgte at drage sammenligninger mellem Oslofeltet, som det norske syenitkompleks kaldes, og Ilimaussaq. Imidlertid er der i de senere år foretaget en række nye undersøgelser i Oslofeltet, hvorved der er kastet lys over nogle problemer i forbindelse med de kontinentale gravsænkninger. Man kan med rimelig grund antage, at ikke alle alkalisyeniter har været smeltede magmaer, en del må være af metasomatisk oprindelse – eller som den engelske geolog *Arthur Holmes* udtrykker det: været underkastet »emanationer« af alkalier, som opstår ved opsmeltning af dybtliggende granitiske bjergarter.

Da de fleste alkalisyenitforekomster, på Kolahalvøen i Hvidehavet, Oslofeltet og Ilimaussaq, for at nævne de vigtigste, har fælles træk, kan man ud fra den samlede viden muligvis rekonstruere begivenhedernes gang. Det begynder med nedsænkningen af et stort kontinentalt område, altid ledsaget af dybe forkastninger. Ved sænkningen dannes et bassin, hvori kontinentale sedimenter sidenhen overlejres af lavastrømme af den almindelige basalttype, som kendes mange steder fra. Basalten har stor vægtfylde og på grund af denne vægtforøgelse bliver gravsænkningen derfor presset endnu længere ned i dybet. Tilsidst kommer den på et niveau, hvor opsmeltning (på græsk: *palingenese*) kan finde sted. Dette influerer på de vulkanske udbrudsprodukter, således at de får en mere og mere alkalisk sammensætning. Dette stadium kan være slutfasen af en cyklus, så der ikke sker mere. Fortsætter nedsænkningen derimod, enten på grund af lavamassernes store tyngde, eller på grund af manglende styrke hos de underliggende bjergarter, vil komplekset nærme sig det metasomatiske stadium, hvor det bliver aktivt igen. Det må være de nedre dele i gravsænkningssystemet, som bliver de aktive kilder til den metasomatiske omdannelse af de højere beliggende bjergarter, og det er først og fremmest alkalierne, der vandrer opad. Det er iøjnefaldende, at den sidste fases forløb foregår under »lave« temperaturer, sjældent over 400 °C, i modsætning til de vulkanske udbruds høje temperaturer, omkring 1000 °C.

Efter at de aktive perioder hermed er afsluttet, indtræder en ligevægtstilstand under langsom hævnning af de nydannede alkalisyeniter.

Der er i det foregående blot givet udtryk for nogle tanker og formodninger om dannelsen af alkalisyeniter, men dermed er det ikke sagt, at gåden om de stærkt alkaliske bjergarter skulle være endelig løst. De byder tværtimod stadig på mange problemer. Vi har set, at både Ussings og Wegmanns hypoteser indeholder attråværdige synspunkter, og derfor kan ingen af dem, trods deres svagheder, forkastes helt. I den kommende tid vil kendskabet til nefelinsyeniterne i almindelighed og de sydgrønlandske i særdeleshed forhåbentlig blive udvidet.

Til sidst vil jeg nævne, hvilke *økonomiske interesser* der har været knyttet til nefelinsyeniter. På grund af det antagelig korte tidsrum, hvori den aktive omdannelse er foregået og på grund af processernes forløb, er det ikke utænkeligt, at der har fundet koncentrationer sted af værdifulde mineraler – højst sandsynligt hører kryolitforekomsten til denne cyklus i Sydgrønland. En fordel er det, at bjergarterne ikke er æltet sammen, som det sker under en bjergkædefoldning, og at der endvidere har fundet en rig pegmatit udvikling*) sted. I Rusland udnytter man – takket været en heldig kombination af mineraler, nemlig apatit i forbindelse med nefelin og feldspat, – i stor stil forekomsten på Kolahalvøen. De seneste oplysninger om Ruslands råstofproduktion angiver, at mineralprodukter fra Kola-forekomsterne finder anvendelse i tyve industrigrene, blandt hvilke den keramiske industri og papirindustrien er de vigtigste.

Man må håbe, at det store kompleks i Sydgrønland en gang i fremtiden vil kunne bidrage til at styrke landets økonomi. I øjeblikket kender man for lidt til dets mineralogiske særpræg til helt at kunne bedømme områdets økonomiske muligheder.

Allerede i 1899 hjembragte Steenstrup 60 tons af den cudialytholdige nefelinsyenit fra bunden af Kangerdluarssuk-fjorden øst for Tunugdliarfik, til undersøgelse for en mulig teknisk anvendelse. Fornyeede foreløbige undersøgelser blev i 1939 og i 1946 foretaget i nærheden af Steenstrups lokalitet af *Richard Bøgvad*. Den tragiske ulykke som ramte Bøgvad i 1952, har bragt undersøgelserne til en uventet brat afslutning.

*) *Pegmatiter* er grovkrystallinske gange i krystallinske bjergarter. De opstår altid i et sent stadium af udviklingen og rummer ofte værdifulde mineralkoncentrationer.

Omtalt litteratur:

(*Giesecke, K. L.*): Karl Ludwig Gieseckes mineralogisches Reisejournal über Grönland. 1806–13. Medd. om Grønland, bd. 35, 1910.

Steenstrup, K. J. V. og *A. Kornerup*: Beretning om Expeditionen til Julianehaabs Distrikt i 1876. Medd. om Grønland, bd. 2, 1881.

Ussing, N. V.: Geology of the Country around Julianehaab, Greenland. Medd. om Grønland, bd. 38, 1912.

Wegmann, C. E.: Geological Investigations in Southern Greenland. Medd. om Grønland, bd. 113, 1938.