

KRYOLITEN OG DENS LEDSAGEMINERALER

Af dr. phil. *Karen Callisen*

Det hænder sjældent, at en aparte sten bliver erkendt som et nyt mineral, bliver beskrevet og får navn, før man ved, hvorfra stenen kommer. Sådan gik det med kryoliten. Den blev omtalt første gang af *Heinrich Schumacher* i Naturhistorie-Selskabets møde den 17. april 1795 — ganske vist som tungspat, — derefter undersøgt af *P. C. Abildgaard* og navngivet af *I. B. d'Andrada e Silva* 1799—1800, medens findestedet i Ivigtut ved Arsuksfjorden først blev opdaget af *K. L. Giesecke* i 1809. At det kunne gå således, hænger sammen med „oplysningstiden“s udbredte mode og trang til at samle på sjældenheder og etablere „naturaliecabinetter“. Datidens grønlandske missionærer og præster sendte allehånde sjældne sten og sager hjem til de ivrige samlere i Danmark.

Aldrig har kryoliten været i så høj en pris som i disse første år af forrige århundrede; der betaltes op til 50 rigsdaler for endog små stykker, — det er jo det sjældne, der koster. Men da *Giesecke* i 1813 vendte hjem fra sin otteårige rejse i Grønland og strøede sine indsamlinger ud over Europa, faldt kryolitprisen hurtigt og eftertrykkeligt. — Og endda kendte man stadig ikke kryolitens nøjagtige sammensætning, først i 1823 viste *Berzelius*, at kryoliten består af natrium, aluminium og fluor (Na_3AlF_6).

Siden er kryolit fundet i enkelte andre lande, men intet sted i så stor mængde som ved Ivigtut. Den betydeligste forekomst efter Ivigtut findes ved Pikes Peak i Colorado, en vistnok mindre ved Miask i Ural, lidt er fundet i Spanien, og for nylig er kryolit opdaget som underordnet bestanddel af granit i Nigeria.

Et mineral kommer aldrig alene til verden, og kryoliten ledsages af et stort og karakteristisk mineralselskab. I Ivigtut er forekomsten som helhed omgivet af en granitkappe, der skiller den næsten fuldstændig fra fjeldgrundens gnejs. Oprindeligt har graniten været en smeltemasse, som indeholdt alle de stoffer, der ved afkølingen er udkrystalliseret på dette sted. Navnlig har der været et usædvanligt stort indhold af grundstoffet fluor, der forbinder sig med andre grundstoffer til mange flygtige eller letsmeltelige forbindelser, f. eks. kryolit. Sådanne stoffer har samlet sig i den øverste indre del af det rum dybt under jordoverfladen, hvor størkningen foregik. Først ved senere tiders jordskorpehævning og nedbrydning af det overliggende er kryoliten kommet for dagens lys. En del af granitmassen er udkrystalliseret som *pegmatit*, d. v. s. meget storkornet granit, og såvidt det

*Kryolitbruddet i Ivigtut
set imod øst (1937).*

*De tre søjler, som adskiller
dybe nicher i bruddets
sydvæg, består af kryolit,
dels ren hvid, dels blandet
med jernspat, som viser
sig mørk på billedet.*

*Over nicher og søjler ligger
graniten som tag.*

*Bruddets bund ligger i tre
niveauer: ved foden af
søjlerne 35 m under
daglig højvande, mellemste
niveau med gravemaskine
og tipvognsspor til
transporttunnel ligger 55 m
og nederste tunnel og
tipvognsspor ligger 60 m
under daglig højvande.*

*Tunnelerne førte til
en elevator, som lå t. v.
udenfor billedet. Den er nu
fjernet; i stedet køres
kryoliten i særlig
konstruerede lastbiler op
til overfladen gennem
en 500 m lang tunnel, som
er udsprængt i fjeldet
fra østenden
af bruddets bund*



Foto: R. Bøgvad

kan skønnes af gamle kort, synes pegmatiten oprindelig at have strakt sig som et loft over kryoliten over mere end halvdelen af det nuværende brud, og ialtfald har den over en større strækning dannet en grænsezone mellem graniten og den centrale kryolitmasse. Pegmatit indeholder ofte sjældne mineraler, som ikke findes i almindelig granit.

I den indre del af forekomsten er kryoliten hovedmineralet, men den er blandet i meget vekslende mængdeforhold med andre mineraler, særlig *kvarts*, *jernspat*, *blyglans*, *zinkblende*, *kobberkis*, *svovlkis* og *fluspat*, der betragtes som de væsentligste urenheder i forhold til den teknisk anvendelige kryolit. Desuden findes en mængde andre mineraler, hvoraf nogle er meget sjældne og hidtil ikke fundet udenfor Ivigtut; ialt kendes nu ca. 70 forskellige mineraler herfra.

Allerede før brydningen begyndte, var man klar over, at kryoliten skød sig ind under fjeldet mod syd og vest, senere viste det sig, at den også bredte sig på nordsiden, så at hele massen nærmest fik form som en uregelmæssig pære med spidsen mod øst. Det åbne brud er nu ca. 200 m langt og ca. 100 m bredt.

Selve kryoliten er en smuk hvid sten, som i solskin kan virke aldeles blændende, undertiden er den lidt rødlig og i visse partier røgfarget eller hel sort. For det meste er den stor-krySTALLINSK, og i de reneste partier har man fundet endog kæmpemæssige krystal-, „korn“ med et tværsnit på nogle meter. Veludviklede krystaller med ydre krystalflader er derimod sjældne, men de kan findes siddende på væggene af sprækker i den kompakte kryolit. Tilsyneladende har de form af terninger, hvis kantlængde kun sjældnen bliver 2 cm eller derover; i virkeligheden er de meget kompliceret opbygget af tynde lameller, såkaldte tvillinglameller. Ved opvarmning til ca. 570° bliver krystallerne til virkelige terninger, lamellerne forsvinder men kommer igen ved afkøling. Mineraler, der således skifter krystalform ved en bestemt temperatur, kaldes for „geologiske termometre“. — Brudfladen er ujævn; dog angives undertiden, at kryoliten kan spaltes i tre på hinanden vinkelrette retninger, men derved får man ikke virkelige spalteflader som i kalkspat eller feldspat; fænomenet beror på, at kryoliten kan kløves langs tvillinglamellerne til firkan-tede stykker med nogenlunde plane flader. — Hælder man lidt pulveriseret ren hvid kryolit ned i et glas vand og rører op, ser det ud, som om pulveret næsten forsvinder. Det skyldes ikke, at kryoliten opløses som sukker i the, men at dens lysbrydning er omtrent den samme som vandets.

Helt uopløselig er kryoliten dog ikke. Dette blev opdaget, da man fandt nogle små kryolitkrystaller, der havde afsat sig som kedelsten i dampkedlerne. Ganske vist opløses kun 1 del kryolit i omtrent 3000 dele vand, men i tidens løb bliver det alligevel til noget. Navnlig i den øverste del af kryoliten, som havde ligget blottet siden Istiden, udsat for vandløb og vejrlig, var der ved opløsning dannet adskillige hulrum, hvoraf nogle var flere meter lange; formen var ganske uregelmæssig. Dybere nede i kryoliten er sådanne hulrum kun fundne, hvor overfladevandet har kunnet trænge ned gennem sprækker.

I nogle af hulrummene er væggene ru og sprøde, den udvaskede kryolit er reduceret til tynde blade, som står vinkelret på hinanden i tre retninger, så at der dannes et retvinklet netværk; ud der igennem rager de modstandsdygtige „urenheder“ kvarts og jernspat. I andre hulrum er processen gået videre, og der er dannet et nyt mineral, *thomsenolit*, opkaldt efter kryolitindustriens grundlægger *Julius Thomsen*, som først gjorde opmærksom på, at her var noget ubekendt. Thomsenolit er opstået ved omdannelse af kryolit, som derved har optaget calcium og vand. Den har form af firkanterede prismer, som har afsat sig ved siden af hinanden på de tynde kryolitblade, og efter-

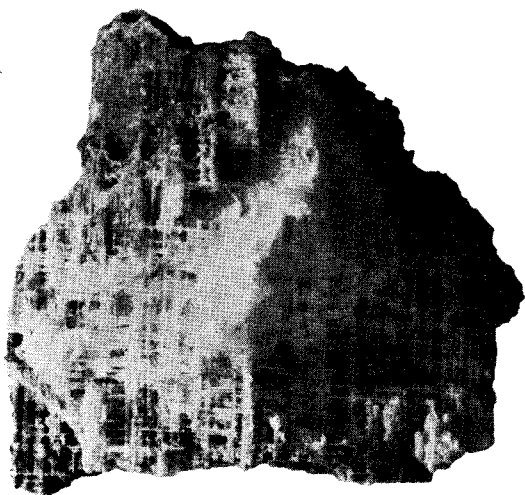


Fig. 2. Delvis opløst Foto: G. Halkier
kryolit, hvori thomsenolit og pachnolit danner et
gitterværk. I midten af stykket en rest
af uopløst kryolit

hånden som prismerne voksede i størrelse og antal, opløstes yderligere kryolit, så at skillevæggene i netværket kom til at bestå af thomsenolit, hist og her med sparsomme rester af kryolit (fig. 2). Men dermed var omsætningen ikke altid til ende, der kom tit flere nye omdannelsesprodukter af kryolit, deriblandt *pachnolit* (frost-sten), der har nøjagtig samme kemiske sammensætning som thomsenolit. Pachnoliten danner små slanke prismer, som næsten altid er fastvoksede på thomsenolit og stritter ud derfra til alle sider; den frie ende er i reglen tilspidset. Til samme selskab hører *ralstonit*, som kendes på, at den har form af små oktaedre; den adskiller sig fra de to sidstnævnte ved at indeholde magnesium i stedet for calcium. Endelig kan hulrummene være helt eller delvis fyldt med en løs jordagtig masse, som nærmest ligner hvidt ler. Det er det ejendommelige mineral *gearksutit*, som er et yderligere omdannelsesprodukt af de forannævnte. Når gearksutiten gennemvædes med vand, kan den blive til en lind grød; i mikroskop kan det ses, at den består af små farveløse nåle. Den kan også findes på bruddets vægge, pumpeledninger o. lign. steder, hvor den er afsat af nedsivende vand.

Ret afvigende fra disse mineraler er en uren jernholdig varietet af thomsenolit blandet med pachnolit og ralstonit. Den har fået navnet *hagemannit*, fordi man først troede, det var et nyt mineral. Den er ikke velset i kryolitindustrien. Farven er rustbrun, og beskaffenheden veksler fra ret hårde klumper og skorper til løse, jordagtige masser, de såkaldte „lerflækker“, som nogle steder udfylder lange og dybe revner i kryoliten. Skorperne, som til daglig kaldes „skaller“, og det løse pulver, der trænger ind i fine revner, er til gæne for rensning af kryoliten, en ringe indblanding deraf gør den rensede kryolit gullig. Den, som første gang kommer til Ivigtut med forventning om at se de hvide stabler af kryolit

blinke i solen, vil blive skuffet over i stedet at finde store dynger så gule som dansk grus. Det er hagemanniten skyld i.

Under brydningens gang blottedes efterhånden nye partier af kryolitmassen, og nye mineraler kom for dagen. Omkring århundredskiftet bemærkede den daværende bestyrer, ingeniør *E. F. Edwards*, at noget af det hvide mineral så anderledes ud end almindelig kryolit. Han samlede, hvad han fandt af store stykker samt 4 krudttønder fulde af mindre stykker, og i dette materiale påviste *N. V. Ussing* det nye mineral *kryolithionit*. Som det fremgår af navnet, er det beslægtet med kryolit og indeholder lithium. Ingeniør *Edwards* må have haft et skarpt blik for det karakteristiske i disse to mineralers udseende, forskellen er ikke stor. Efter hans tid blev der ikke samlet meget kryolithionit, før mineralet blev fundet indesluttet i sort kryolit, hvor de hvide krystaller er meget iøjnefaldende.

Noget anderledes gik det med mineralet *chiolit* (snesten), som kendtes fra Ural siden 1846. I Ivigtut blev chioliten fundet en snes år senere i en finkornet, uanselig form, som fik navnet arksutit. I begyndelsen af dette århundrede kom der nogle flottere stykker frem, men først omkring 1930 nåede brydningen et parti, hvor chioliten fandtes i betydelig mængde og i store krystaller med prægtige perlemorglinsende spalteflader. Kemisk er chioliten nær beslægtet med kryolit, men den indeholder næsten ingen af de sædvanlige malmmineraler med undtagelse af en del små kobberkis- og svovlkiskrystaller. Derimod kan den være intimt sammenvokset med flusspat.

Topas er et fluorholdigt silikatmineral, som sjælden mangler, hvor letflygtige fluorforbindelser har været på spil. I kryoliten blev topas påvist af *K. J. V. Steenstrup* i 1909, men vakte noget mindre opmærksomhed, end man kunne have ventet. Den blev ikke nævnt i de her i landet almindeligst brugte lærebøger; *Steenstrup* offentliggjorde sit fund i en afhandling med titel: „Geologiske og antikvariske Iagttagelser i Julianehaabs Distrikt“, hvortil Ivigtut ikke hører, og endelig har topasen fra Ivigtut et helt andet udseende end den sædvanlige gule sten, der bruges som smykkesten. *Steenstrup* samlede stykket op i den tro, at det var kvarts eller feldspat, og lod det ligge i flere år. Ved nærmere undersøgelse opdagede han, at stenen indeholdt yderst små nåleformige topaskrystaller, der var grupperet til småkugler, fra hvis centrum krystalnålene strålede ud som radier i alle retninger (fig. 3). De enkelte nåle bliver højst 1 mm lange, småkuglernes største tværmål altså kun 2 mm. I andre tilfælde kan nålene ligge uregelmæssig spredt, og stenen får da et næsten porcelænsagtigt udseende. Tid efter anden kom der topasholdige stykker hjem fra Ivigtut, men først i 1927 blev topasen funden fastsiddende i bruddets vestvæg, og derefter er den påvist mange andre steder i bruddet.

Der viste sig nu i bruddets vestlige dybe del et helt nyt mineralselskab, hvori dog mange bestanddele kun kan erkendes i mikroskop. De gammelkendte malmmineraler: jernspat, blyglans o. s. v. tog af i mængde i dette parti, i stedet fandtes sammen med topas en blanding af thomsenolit, flusspat, chiolit, svovlkis, kobberkis og en grøn glimmer

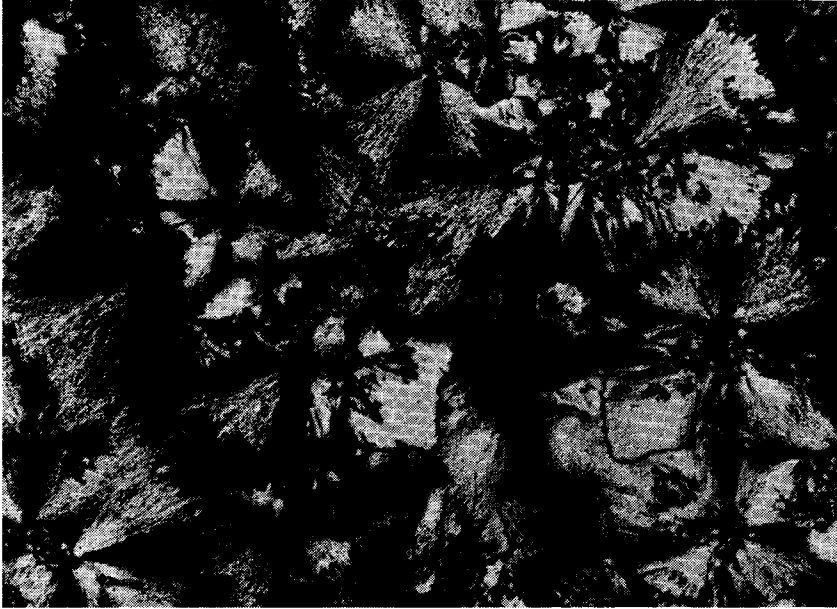


Fig. 3. Topaskrystaller i form af tynde nåle, der stråler som radier ud fra centrum i mange småkugler. Set i polarisationsmikroskop 50 gange forstørret

Foto: C. Halkier

(ivigit) samt de to mineraler *tungspat* og *prosopit*, som ikke tidligere var fundet i Ivigtut. Yderligere har R. Bøgvad opdaget flere nye mineraler: *jarlit*, *metajarlit* og *weberit*, som alle er fluorholdige, og endnu flere bestemmelser af nye mineraler er på trapperne.

Blandt de mineraler, som i det foregående kortelig er nævnt som kryolitens almindelige urenheder, er *jernspat* det, der findes i størst mængde, i visse dele af bruddet indtil 15–20 pct. af massen. Jernspaten danner brune rhomboedre, d. v. s. krystaller, som er begrænsede af 6 rhombeformede flader, der støder sammen under skæve vinkler; som regel er de sammenvokset til klumper, men hvor jernspaten grænser imod kryolit, har den altid god krystalform, den må altså være dannet og have fået sin form, før kryoliten størknede omkring den. Jernspaten er et godt eksempel på, at man ud fra mineralernes ydre form kan drage slutninger om den rækkefølge, hvori de er udkrystalliseret af en blanding. Jernspatkrystallerne er for det meste 2–3 cm, men enkelte kan nå op til 20–40 cm i tværsnit; de anses for de største eksisterende.

Næst efter jernspat er *kvarts* det væsentligste fremmedmineral i kryoliten, den er praktisk talt altid tilstede, men i meget varierende mængde, gennemsnitlig 3–4 pct. Kvarts krystalliserer i langstrakte prismer med 6-kantet tværsnit, de er hvide ligesom kryoliten og derfor ikke altid lette at få øje på. Lægger man derimod en ikke for tyk plade af kryolit i vand, hvor kryoliten viser sig halvklar, vil man næsten altid kunne se kvartsen som uigennemsigtige hvide pletter. Mange kvartskrystaller kan dog kun ses i mikroskop.

I noget mindre mængde findes malmineraler, som er svovlforbindelser af vigtige kulturmetaller. *Blyglans* (svovlbly) er let at kende, den har farve som bly, kan let spaltes til blanke terninger og er blød at ridse i med en kniv. Den indeholder ca. 0,7 pct. sølv, hvilket øger dens værdi. *Zinkblende* består af svovl og zink, men indeholder gerne noget jern som urenhed, farven er derfor i reglen sortebrun eller sort. Jernfri zinkblende er lys gul og gennemsigtig, den er funden enkelte gange i Ivigtut. Zinkblende kan spaltes i mange forskellige retninger og har stærk glans på friske spalteflader. *Kobberkis* (kobber, jern og svovl) og *svovlkis* (svovljern) er begge messinggule, kobberkisen gerne med et grønligt skær. Det er nemt at ridse i kobberkis med en kniv, svovlkis kan ikke ridses på denne måde. I de seneste år har *Hans Pauly* ved mikroskopisk undersøgelse påvist små mængder af en række sjældnere svovlforbindelser af *vismut*, *kobber*, *tin* o. fl. metaller, som hidtil ikke har været kendt fra Ivigtut. — Endelig optræder *fluspat* (calciumfluorid) i betydelig mængde i visse dele af bruddet. En stor del deraf har iøjnefaldende violet eller grøn farve og kan skilles fra kryoliten ved håndsortering.

Ved rensning af kryoliten fraskilles alle disse „urenheder“, de samles og afsættes som biprodukter. Hele separationen er en lang og kompliceret proces, den har frembudt vanskelige problemer, som med dygtighed og teknisk snilde er løst af „Kryolitselskabet Øresund“.

Den storkornede granit, pegmatiten, oven over kryoliten er bleven bortsprængt, efterhånden som kryolitbrydningen gjorde det nødvendigt. Den består hovedsagelig af store feldspat- og kvartskrystaller, som endog kan blive 1 à 2 m lange. Indblandet der imellem kan man finde næsten alle de hidtil nævnte mineraler og desuden en række andre, der ligesom feldspat normalt ikke optræder i kryoliten, nemlig *tinsten*, *molybdænglans*, *columbit*, *arsenkis*, *zirkon*, *jernglans* og *magnetjernsten*, men ingen af dem i brydeværdig mængde; navnlig tinsten og molybdænglans er ellers værdifulde råstoffer. Kryolit gennem sætter pegmatiten som store årer og er nogle steder intimt sammenvokset med feldspaten; dens farve er her næsten altid meget mørk. Oprindeligt fandtes blyglans noget rigeligere, end tilfældet senere har været, i en del af pegmatiten, som lå over kryolitens daværende sydvæg; stedet må have været omkring 80 m fra bruddets nuværende østende, men forekomstens hele bredde var dengang kun 30 m, og dette parti er forlængst bortsprængt. Det var her, den første bjergværksdrift i Ivigtut fandt sted allerede i 1854, den gjaldt ikke kryoliten men blyglansen. Den engelske mineralog *Taylor* udsprængte her en næsten horizontal underjordisk minegang med pegmatiten som loft og kryoliten som gulv; der måtte arbejdes ved lys eller fakkellampe derinde. Gangen var 80–90 alen lang og på grund af indtrængende søvand kun 5–6 alen dyb. Det angives, at den oprindelige kryolitoverflade på det højeste sted kun lå nogle få fod over daglig højvande, ved springflod var den oversvømmet. Minen havde tre nedgange mod den skrånende nøgne kryolitflade. Udbyttet var ringe, der blev kun brudt nogle små skibsladninger, så blev minen anset for

udtømt. Yderligere blev dog et par forsøgsskakter sat ned i pegmatiten vest for kryoliten, og rester af dem, de såkaldte „kirkegange“, har eksisteret indtil de seneste år.

Det er værd at mærke sig, hvordan den fremadskridende kryolitbrydning hånd i hånd med den videnskabelige undersøgelse af det fremkomne materiale i tidens løb har ført til opdagelse af flere og flere nye mineraler og udvidet kendskabet til denne enestående forekomst.

Kryolitbrydningen begyndte i 1854, og den begyndte småt, i de første 10 år tilsammen produceredes kun 12.037 tons. Indtil århundredskiftet blev der ialt afskibet ca. 300.000 tons råkryolit fra Ivigtut. Siden den tid er der brudt noget over 1 mill. tons, så rundt regnet er der til dato udtaget ca. 1,5 mill. tons kryolit af lejet i Ivigtut. Heraf er gennemgående de to trediedele udskibet til København til rensning, resten er gået direkte fra Ivigtut til Amerika (Philadelphia). De enkelte årsproduktioner har varieret ret stærkt; i en lang årrække indtil omkring 1910 lå produktionen på gennemsnitlig 8000 tons, i 1930'erne på 25–30.000 tons. Under verdenskrig II, 1940–44, hvor forbindelsen med Danmark var afbrudt, gik hele produktionen, næsten 250.000 tons, til Amerika. Selvfølgelig har også kryolitprisen svinget; ved år 1900 ansattes værdien af råkryolit på produktionsstedet til ca. 50 kr. pr. ton, i 1949 eksporteredes råkryolit til en værdi af ca. 5 mill. kr. til U. S. A. og rensset kryolit fra Danmark for ca. 18 mill. kr.

Det er vist almindelig kendt, at kryolitens første industrielle anvendelse var som råstof for sodafabrikation, måske mindre velkendt, at ca. 80 pct. af den rensede kryolit *nu* anvendes i aluminiumindustrien og ca. 20 pct. i glas- og emailleindustrien.

Den første kryolitsodafabrik begyndte i København 1859, og der kom hurtig flere i andre lande. Men allerede 1866 begyndte den belgiske kemiker *E. Solway* at fabrikere soda efter en langt billigere metode, den ene kryolitsodafabrik efter den anden gav op i løbet af 1870'erne, og siden 1894 er der ikke fremstillet soda af kryolit — og alligevel kan man endnu træffe folk, som siger: „Jo — kryolit, det er det, man laver soda af.“