

# Udnyttelsen af kryolit

Mogens H. Rasmussen

Kryolit i Grønland tiltrak sig som nævnt tidligt adskillige forskeres opmærksomhed. De undersøgte interesseret det sjældne minerals egenskaber og kemiske sammensætning, mens de spejdede efter noget at anvende det til. I 1847 var en større sending kryolit kommet til København på foranledning af kemi- og mineralogiprofessor J.G. Forchhammer, der havde besluttet at undersøge, om kryolit kunne anvendes til glasur til lervarer. Forchhammers eksperimenter lykkedes ikke, men bestræbelserne videreførtes af hans assistent, den handlekraftige og praktiske cand. polyt. Julius Thomsen. Han udviklede i de følgende år flere metoder til sodaproduktion på basis af kryolit og fik i 1853 patent på den nedenfor beskrevne metode i 10 år.

Opgaverne med at etablere minedrift i Ivittuut, besørge transport, skaffe kapital, forhandle aftaler, få bygget en kryolitsodafabrik og få afsat produkterne anførtes af den kendte initiativrige finansmand C.F. Tietgen, der havde fået øje på aluminiums fremtidige muligheder.

Den første sodaproduktion foregik ifølge tidsskriftet *'Nord og Syd'* (1857) således: *'kryolithen males til et fint Pulver og til hver 100 pund sættes 100 pund frisk brændt Kalk og 600 pund Vand, hvornæst blandingen koges og bliver en mælkeagtig Vælling. Den ledes ud i et Kar, og Kryolithens Fluor indgaaer Forbindelse med Kalkens Chalcium (brændt Kalk bestaaer af Metallet Chalcium og Ilt) og danner med denne Flusspath og synker tilbunds, mens Iltten forener sig med Aluminiumet og Natriet, saa at man har Aluminium-Ilt (Lerjord) og Natrium-Ilt (Natron) opløst i Vand, staaende som en temmelig klar Væske ovenpaa. Denne Væske udtappes, og der pumpes Kulsyre i den, hvorved Natrium-Iltet forener sig med Kulsyren og danner kulsur Natron (Soda), medens Alumin-Iltet synker tilbunds. Saa har man ovenpaa staaende den rene Sodalud, der udtappes i Bakker og krystalliseres. For hver 100 pund Kryolith man anvender til Blandingen faaer man ved denne Proces 180 pund ren Soda'.*

Sodaen blev solgt til spejlglasproduktion af uovertruffen kvalitet. Lerjord solgtes til aluminiumudvinding eller omdannedes til alun, der blev benyttet til garvning af skind. Fluorit kunne ikke sælges og blev derfor deponeret. Successen var hjemme. I udlandet byggedes en halv snes kryolitsoda-fabrikker. I 1863 præsenterede belgieren Ernest Solvay en meget billigere metode til sodafremstilling. Kryolitsodafabrikkerne overlevede dog, hvilket skyldtes, at man hurtigt omstillede og fik udbygget både salg og sortiment. Således fik man glasværker til at aftage den oplagrede fluorit, der gør glas hårdere og mælket.

Gennem den næste snes år formåede man ved opfindsomhed at afsætte ca. 10.000 tons kryolit årligt. I 1880-erne indtrådte en markant ændring i afsætningsforholdene. Emaljerede jernblikvarer (madam blå) vandt frem, og kryolit kunne gøre emaljen mælket, hvad der var eftertragtet. Endvidere steg salget af kryolit til aluminiumindustrien i slutningen af 1880-erne.

Fremstillingen af aluminium blev 30 gange billigere, efter at franskmænd P.T. Héroult og amerikaneren C.M. Hall samtidig gjorde den



*Lodsning af kryolitmalm i tipvognstog. Foto: F. Schjøth*

opdagelse, at aluminium kan fremstilles elektrolytisk ud fra et bad af smeltet kryolit. Lerjord (bauxit, se VARV 1997,4), der benyttes som aluminiummalm, smelter først ved ca. 2.000°C, men tilsættes malmen et bad af kryolit og fluorit, sænkes smeltepunktet til knap 1.000°C. Processen foregår i et jernkar, der er foret med kulbriketter og gjort strømførende (katoden). En tyk kulstang (anoden) sænkes ned i badet, og der sendes en stærk elektrisk strøm igennem. Aluminium udfældes da ved katoden og ilten ved anoden, der fortæres under dannelse af kuldioxid, der stiger tilvejs sammen med natriumfluorider ( $\text{NaF}$  og  $\text{NaAlF}_4$ ) hidrørende fra sønderdelt kryolit. Metallet tappes derpå fra bunden af karret med en hævert til udstøbning i forme.

Aluminium har som metal mange ønskværdige egenskaber. Det er let at bearbejde, legere og hærde, det rustet ikke, og det vejer kun en trediedel af jern. Aluminiums succes blev kryolitens succes. Gode fortjenester blev hjemtaget i 1890-erne. Men efter århundredskiftet mærkede man en stigende konkurrence fra kunstig kryolit. Det var kunstgødningsindustrien, der trængte ind på markedet. Superfosfatgødning fremstilledes



*Udskibningskajen i Ivittuut. Foto: F. Schjøth*

af råfosfat, der indeholder såvel fluor som kvarts. Det afgiver under fremstillingen fluorsiliciumbrinte, en giftig luftart som man slap ud i miljøet, hvor den ødelagde al vegetation. Man forbød i Tyskland ved lov fabrikkerne at udlede denne luftart. Den måtte derfor opsamles, hvilket lettest skete ved at lede den gennem en sodaopløsning, hvorved der dannedes natriumfluorsilikat (svarende til kryolit). Dette blev tørret og blandet med en lerjordforbindelse, hvorefter det som kryolitsurrogat gjorde rimelig fyldest som mælkemiddel i emalje.

Ved at sænke prisen på den ægte vare - kryoliten fra Ivittuut - genvandt man nogle af de tabte markedsandele og klarede sig trods svingende konjunkturer godt. Brydningen i Ivittuut øgedes i takt hermed og nåede i årene før 2.verdenskrig op på 20.000 tons årligt. Da krigen brød ud, måtte mineralseparationsfabrikken Øresund på Strandboulevarden i København indstille driften på grund af svigtende leverancer af kryolitmalm, der i stedet gik til USA, hvor det var vigtigt for flyvemaskineindustrien. Brydningen blev sat i vejret til ca. 80.000 tons årligt til den øgede produktion af bl.a. krigsfly.

Efter krigen kom fabrikken i København igang igen. Samtidig modtog man fra USA den store efterbetaling for krigsårenes leverancer. Aktieholderne i Kryolit Mine og Handels Selskab og Øresunds Kemiske Fabrik i København blev meget velhavende.

Men den øgede afsætning havde tæret svært på forekomsten, så i 1962 gjorde geologerne det klart, at brydningen i Ivittuut måtte indstilles. Forekomsten var udtømt. En nyindført metode til mineralseparation, flotation, gjorde det muligt stadig at forsyne markedet ved at rense den tidligere kasserede kryolitmalm, der var brugt til fyld i veje og kajanlæg i Ivittuut. Minebyen i Ivittuut blev i 1987 overdraget Grønlands Hjemmestyre, og den sidste rest kryolit blev solgt i 1990. Staten, der var blevet aktiehaver i 1940 mod til gengæld at afstå fra at opkræve afgift af kryolimbrydningen, solgte i 1985 sin aktiepost på 97,5 millioner kroner til kurs 750 og indkasserede 710 millioner kr.

Hermed var kryoliten fra Ivittuut ude af sagaen efter at have tjent verden i henved 135 år og givet godt arbejde til mange ude og hjemme lige så længe. I alt var der brudt 2,5 millioner tons kryolit.

## BOX A

### Ivittuut kryolitens egenskaber

Kryolit optræder normalt i massiv form med ujævne brudflader. Den mangler ægte spaltelighed, men går i stykker efter fladerne prisme (110) og basis (001). Kryolit krystalliserer monoklint, pseudo-kubisk ved lav temperatur, mens det ved opvarmning til 560-572°C omdannes til en kubisk modifikation.

Strukturcellen: Rumgruppe P21/n;  $a = 5,414$ ,  $b = 5,601$ ,  $c = 7,777$  Å,  $\beta = 90^\circ 18'$ ;  $a:b:c = 0,967:1:1,388$ ;  $Z = 2$ . Fremtrædende  $d$ -værdier: 4,54 (55), 4,44 (40), 3,886 (65), 2,748 (100), 1,943 (95). I strukturen er Al oktaedrisk koordineret med seks  $F^-$  ioner.  $Na^+$  ionerne er også omgivet af seks  $F^-$  ioner, men i et mindre regelmæssigt mønster. Den overordnede oktaedriske struktur har hulrum, der optages af  $Na^+$  ioner.

Sammensætningen er tæt på den ideale  $Na_3AlF_6$ , som indeholder 32,85% Na, 12,85% Al og 54,30% F. Små mængder af K og Li erstatter Na, mens alt Si, Ca, Fe og Mg i analysen kan forklares som urenheder.

Hårdheden 2,5-3 på massiv kryolit, 3-3,5 på krystaller. Vægtfylde: 2,95-3,00. Stregfarve: hvid. Glansen: glas- til fedtglans. Mineralet er farveløst til snehvidt, men ændres til grå eller sort i nærheden af radioaktive mineraler. Gennemsigtig til gennemskinnelig. Brydningsforhold er lave -  $a$ : 1,3382,  $b$ : 1,3383,  $g$ : 1,3392 - og næsten det samme som vand (1,333), hvad der giver det et udseende som is, våd sne eller parafin og får kryolit til næsten at 'forsvinde' under vand. Dobbeltbrydning 0,0010; toakset positiv,  $2V = 40^\circ$ ;  $X = b$ ,  $Z \wedge c = -44^\circ$ ,  $r < v$ .

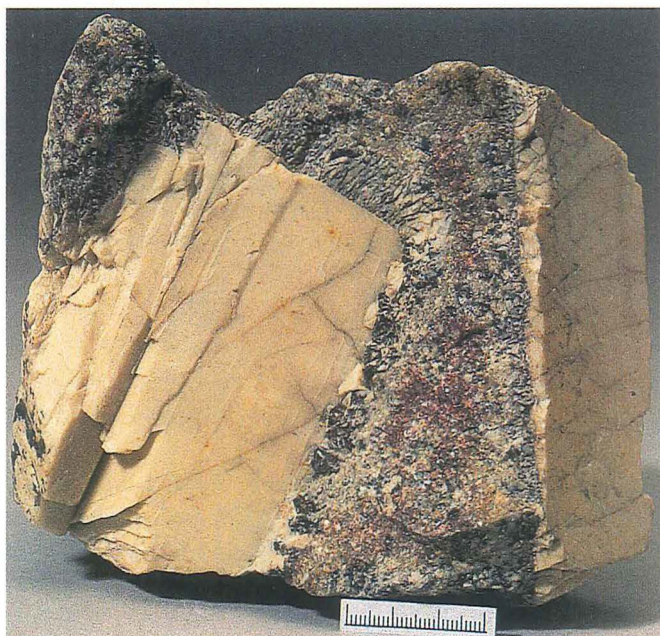
Kryolit er altid tvillingdannet, og tvillinglamellerne kan let iagttages i mikroskop under krydsede nikoller med indskudt kvartskile. Syv tvillingelove kendes. Formodentlig er alle tvillinger dannet mekanisk og afspejler den skiftende orientering af ydre stress. Tvillinger forsvinder gradvist, når kryoliten opvarmes til mellem 470 og 520°C.

Termisk udvidelse: Sammenlignet med enhedscellen ved stuetemperatur er der en forøgelse af rumfang med 6-7% under omdannelse til højtemperatur  $\beta$ -kryolit. Denne udvider sig 14% under ophedning til smeltepunktet og yderligere 25% under smeltningen. Den termiske udvidelse eller - mere relevant for geologiske forhold - den termiske sammentrækning er ved afkøling to til fem gange større end for de ledsagende mineraler og bjergarter i Ivittuut.

Mekaniske eksperimenter i laboratoriet viser, at kryolit opfører sig som et sprødt stof op til 300°C. Det begynder at blive plastisk ved temperaturer over 400°C og viser stor plastisk deformerbarhed over 450°C. De plastiske egenskaber ligger mellem stensalts og fluorit's. Ved 1.000 atm. tryk eller ca. 3 km's dybde i Jorden ville de plastiske egenskaber også vedvare ved lavere temperatur.

Små stykker af kryolit smelter i en stearinlysflamme. Smeltepunktet ligger tæt ved 1.009°C, og ved denne temperatur dissocieres kryolit til NaF og  $\text{NaAlF}_4$

Kryolit er moderat opløselig i rent vand med 0,30 g/l ved 0°C stigende til 0,75 g/l ved omkring 95°C, og opløseligheden stiger sandsynligvis i de mere saltholdige opløsninger, som findes i naturen. Kryolit udfældes let fra opløsninger rige på  $\text{Na}^+$ -,  $\text{Al}^{3+}$ - og  $\text{F}^-$ -ioner. Men denne kombination er sjælden i naturen, hvor  $\text{Ca}^{2+}$ -ioner ofte er til stede og fremkalder fældning af det tungere opløselige fluorit.



*Opbrudt mikroclin (alkalifeldspat) krystal visende omdannelse til sort kryolit langs brudfladen.*

## BOX B

### Samtlige mineraler der kendes fra Ivittuut

? identifikation/lokalitet tvivlsom

! tvivlsomme mineraler

\* med Ivittuut som typelokalitet

□ tom plads i mineralgitteret

#### Grundstoffer

Bismuth	Bi
Guld	Au
Svovl ?	S
Sølv	Ag

#### Halogenider

Acuminit*	$\text{SrAlF}_4(\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{O}$
Bøgvadit*	$\text{Na}_2\text{SrBa}_2\text{Al}_4\text{F}_{20}$
Chiolit	$\text{Na}_3\text{Al}_3\text{F}_{14}$
Elpasolit	$\text{K}_2\text{NaAlF}_6$
Fluorit	$\text{CaF}_2$
Flusspat	se fluorit
Gearksutit*	$\text{CaAlF}_4(\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{O}$
Hagemannit!	blanding af ralstonit og thomsenolit
Jarlit*	$\text{Na}_2(\text{Sr}, \text{Na}, \square)_{14}(\text{Mg}, \square)_2\text{Al}_{12}\text{F}_{64}(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_4$
Jørgensenit*	$\text{Na}_2(\text{Sr}, \text{Ba})_{14}\text{Na}_2\text{Al}_{12}\text{F}_{64}(\text{OH}, \text{F})_4$
Kryolit*	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$
Kryolithionit*	$\text{Na}_3\text{Li}_3\text{Al}_2\text{F}_{12}$
Metajarlit !	dendritisk jarlit
Pachnolit*	$\text{NaCaAlF}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Prosopit	$\text{CaAl}_2(\text{F}, \text{OH})_8$
Ralstonit*	$\text{Na}_{0,5}(\text{Al}, \text{Mg})_2(\text{F}, \text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Thomsenolit*	$\text{NaCaAlF}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Weberit*	$\text{Na}_2\text{MgAlF}_7$
<b>Oxider</b>	
Boemit	$\text{AlO(OH)}$
Calcedon	$\text{SiO}_2$
Cassiterit	$\text{SnO}_2$
Columbit	$(\text{Fe},\text{Mn})(\text{Nb},\text{Ta})_2\text{O}_6$
Diaspor	$\text{AlO(OH)}$
Goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$
Hæmatit	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
Ilmenit	$\text{FeTiO}_3$
Kvarts	$\text{SiO}_2$
Lepidokrokit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$
Magnetit	$\text{Fe}_3\text{O}_4$
Rutil	$\text{TiO}_2$
Tinsten	se cassiterit
Uraninit	$\text{UO}_2$
Wolframit	$(\text{Fe},\text{Mn})\text{WO}_4$

### Sulfater

Baryt	$\text{BaSO}_4$
Cølestin	$\text{SrSO}_4$
Tungspat	se baryt
Wulfenit	$\text{PbMoO}_4$

### Carbonater

Jernspat	se siderit
Malakit	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$
Siderit	$\text{FeCO}_3$
Stenonit *	$\text{Sr}_2\text{Al}(\text{CO}_3)\text{F}_5$

### Phosphater

Apatit grupper	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{OH},\text{Cl})$
Bøggildit *	$\text{Na}_2\text{Sr}_2\text{Al}_2(\text{PO}_4)\text{F}_9$



## Silikater

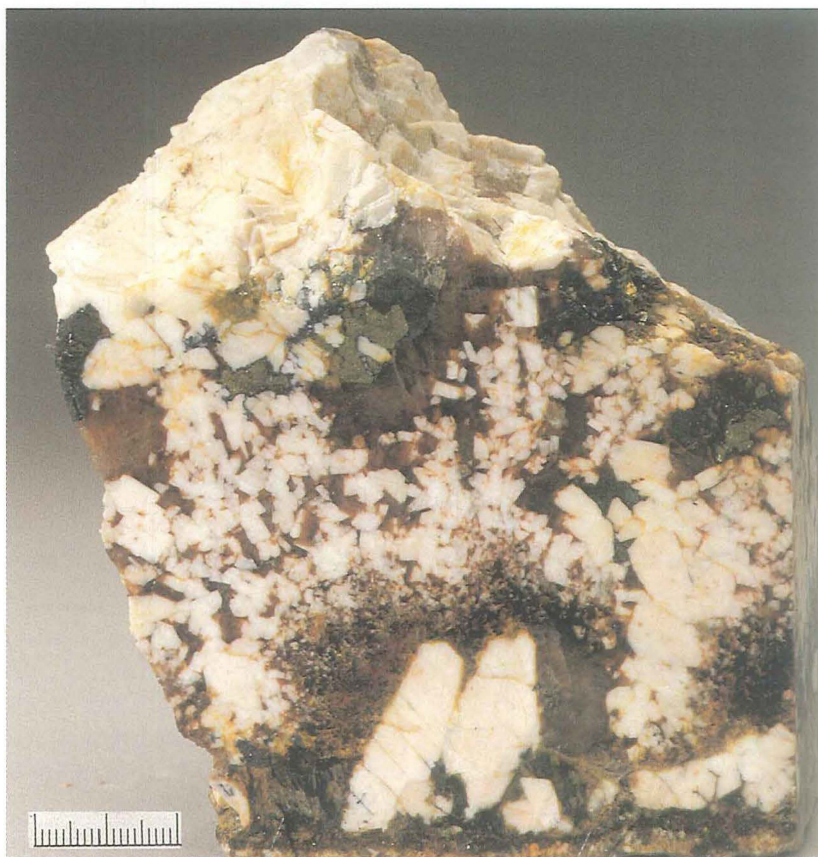
Albit	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
Biotit	$\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3(\text{Si}_3,\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$
Chlorit gruppen	$(\text{Mg},\text{Al},\text{Fe})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
Coffinit	$\text{U}[\text{SiO}_4,(\text{OH})_4]$
Fayalit	$\text{Fe}_2\text{SiO}_4$
Ferro-edenit	$\text{NaCa}_2(\text{Fe},\text{Mg})_5(\text{Si}_7,\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Hornblende	$\text{Ca}_2(\text{Fe},\text{Mg})_4\text{Al}(\text{Si}_7,\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$
Ivigtit !	= phengit
Kaolinit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
Mikroklin	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$
Muskovit	$\text{KAl}_2(\text{Si}_3,\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$
Orthoklas	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$
Phengit	$\text{KAl}_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$ var. af muskovit-2M1
Thorit	$\text{ThSiO}_4$
Thorogummit	$(\text{Th},\text{U})[(\text{SiO}_4),(\text{OH})_4]$
Topas	$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$
Zinnwaldit	$\text{K}(\text{Al},\text{Fe},\text{Li})_3(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})\text{F}$
Zircon	$\text{ZrSiO}_4$

## Sulfider

Aikinit	$\text{CuPbBiS}_3$
Akantit	$\text{Ag}_2\text{S}$
Arcubicit *	$\text{Ag}_6\text{CuBiS}_4$
Arsenkis	se arsenopyrit
Arsenopyrit	$\text{FeAsS}$
Berryit	$(\text{Ag},\text{Cu})_3\text{Pb}_2\text{Bi}_5\text{S}_{11}$
Bismuthglans	se bismuthinit
Bismuthinit	$\text{Bi}_2\text{S}_3$
Blyglans	se galena
Boulangerit	$\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$

Bournonit	$\text{CuPbSbS}_3$
Canfieldit	$\text{Ag}_8\text{SnS}_6$
Chalcosit	$\text{Cu}_2\text{S}$
Chalkopyrit	$\text{CuFeS}_2$
Cosalit	$\text{Pb}_2(\text{Bi},\text{Sb})_2\text{S}_5$
Covellit	$\text{CuS}$
Cubanit	$\text{CuFe}_2\text{S}_3$
Emplectit	$\text{CuBiS}_2$
Enargit	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4$
Eskimoit *	$\text{Ag}_7\text{Pb}_{10}\text{Bi}_{15}\text{S}_{36}$
Freibergit	$\text{Cu}_6(\text{Ag},\text{Fe})_6\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
Galena	$\text{PbS}$
Gustavit *	$\text{AgPbBi}_3\text{S}_6$
Hessit	$\text{Ag}_2\text{Te}$
Hexastannit !	ca. $\text{Cu}_3\text{Fe}_2\text{SnS}_6$
K�sterit	$\text{Cu}_2(\text{Zn},\text{Fe})\text{SnS}_4$
Kobberglans	se chalcosit
Kobberkis	se chalkopyrit
Mackinawit	$(\text{Fe},\text{Ni})_{1+x}\text{S}$
Markasit	$\text{FeS}_2$
Matildit	$\text{AgBiS}_2$
Molybdenit	$\text{MoS}_2$
Molybd�nglans	se molybdenit
Ourayit ?	$\text{Ag}_3\text{Pb}_4\text{Bi}_5\text{S}_{13}$
Pyrrargyrit	$\text{Ag}_3\text{SbS}_3$
Pyrit	$\text{FeS}_2$
Pyrrhotit	$\text{Fe}_{1-x}\text{S}$
Sphalerit	$\text{ZnS}$
Stannit	$\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$
Svovlkis	se pyrit
Tapalpit !	blanding af akantit og tetradymit

Teallit	$\text{PbSnS}_2$
Tetradymit	$\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$
Tetraedrit	$(\text{Cu,Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
Valleriit	$2[(\text{Fe,Cu})\text{S}] \cdot 1,53[(\text{Mg,Al})(\text{OH})_2]$
Vikingit *	$\text{Pb}_3\text{Ag}_2\text{Bi}_6\text{S}_{15}$
Volynskit	$\text{AgBiTe}_2$
Wittichenit	$\text{Cu}_3\text{BiS}_3$
Zinkblende	se sphalerit



*Pegmatit med mikroklin under omdannelse til sort kryolit.*

## BOX C

### Fluors geokemi i granitisk miljø

Graniter udviser almindeligvis en stor spredning i fluorindholdet fra omkring 0,002-0,4%, lejlighedsvis op til 1% og sjældent helt op til 3,5%. Det meste fluor i almindelige graniter sidder i biotit (0,2-1,4%) med mindre mængder i hornblende (0,1-0,8%), muskovit (0,1-0,5%), kvarts (0,006-0,03%) og accessorier som fluorit, titanit og apatit. Fluorrigre graniter har ofte en øget mængde af fluorrige accessorier og mineraler: almindeligvis fluorit, men også topas, turmalin, bastnæsit, mikroklin, pyroklor, amblygonit, spodumen, lithiumglimmere og sjældent kryolit.

Om granitiske pegmatiter, der med deres store krystaller vanskeliggør repræsentativ prøvetagning, kan man sige, at få om overhovedet nogen indeholder mere end 1% F. Metasomatiske graniter kan have et relativt højt fluorindhold, f.eks. lejlighedsvis op til 2,2% i albitiserede graniter og op til 6% i greisener. Greisener med så højt indhold af fluor vil normalt blive klassificeret som 'mineraliserede', da de vil indeholde store mængder af fluormineraler som fluorit, topas eller kryolit. Det høje fluorindhold er sandsynligvis ikke del af en normal albitiserings- eller greiseniseringsproces, men hidrører antagelig fra en selektiv udtrækning af fluor fra opløsninger på vej gennem albitiserede graniter eller greisener efter deres første dannelse. Den udtrukne fluor vil da udfældes som et fluormineral.

Omkring mange graniter og greisener er det almindeligt at finde årer med mere end 20% fluor. De indeholder store mængder topas, fluorit eller sjældent kryolit, der er dannet ved gentagen udtrækning af fluor.

Betragtelige mængder fluor undslipper fra graniter til sene hydrotermale opløsninger. Nogle af disse opløsninger tilbageholdes i dybet, mens andre bryder frem på overfladen som varme kilder, hvis vand almindeligvis indeholder 0,1-12 ppm fluor (der findes også stærkt surt vand nær aktive vulkaner med op til 0,6% (6000 ppm) fluor). Dette vand bliver siden fortyndet i stigende afstand fra graniterne - af grundvand (almindeligvis 0,2 ppm), flodvand (0,15 ppm) og havvand (1,3 ppm). Fluorioner i disse forskellige naturlige typer vand kan reagere med omgivende bjergarter. Hvor der er kalksten nær graniter, kan fluorioner forbinde sig med

calciumioner og fælde fluorit, undertiden i økonomiske mængder, som i Derbyshire og Yorkshire i Nordengland. I varme kilder kan fluor reagere med sidestenen og danne fluorit, fluorholdig opal og ler eller sjældne aluminiumfluorider som creedit og gearsutit. Fluor optages i tænder, knogler, skæl eller skaller af dyr.

På globalt plan undslipper hvert år mange tons fluor som fluorbrintegas fra vulkaner, der ligger over magmakamre med granitisk magma. Nogen fluor fanges i fumaroler; her er fluorit atter det mest almindelige fluormineral, men der er også sjældne silikatfluorider som malladrit og hieratit og sjældne aluminiumfluorider som ralstonit. Meget af fluorbrinten i vulkanske gasser vender tilbage til jordens overflade med regnvand. Den regn, der falder på græsgange nær vulkaner, er særlig giftig, og f.eks. islandske landmænd har lært sig at holde deres dyr indendørs efter vulkanudbrud, efter at mange får var døde af fluorforgiftning omkring vulkanudbrud. Det meste fluorbrinte vil til sidst optages i havvand. Derfra fjernes det overvejende af ler og karbonatholdigt slam, der bundfældes i havet.

Amblygonit:  $\text{LiAl}(\text{F},\text{OH})_2\text{PO}_4$

Bastnæsit:  $\text{Ce}(\text{F},\text{CO}_3)_2$

Creedit:  $4[\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{F},\text{OH})_{10}, 2\text{H}_2\text{O}]$

Gearsutit:  $\text{CaAl}(\text{OH})\text{F}_4\text{H}_2\text{O}$

Hieratit:  $\text{K}_2\text{SiF}_6$

Malladrit:  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$

Pyrochlor:  $(\text{Na},\text{Ca},\text{K},\text{Ce},\text{T})_2(\text{Nb},\text{Ta})_2\text{O}_6(\text{OH},\text{F})$

Spodumen:  $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$

Titanit:  $\text{CaTi}(\text{SiO}_4)(\text{O},\text{OH},\text{F})$

Turmalin:  $(\text{Na},\text{Ca})(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_3\text{Al}_6((\text{OH},\text{F})_4(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18})$

Se også listen over mineraler fra Ivittuut

## Ordlister over fagtermer

**Accessorier:** Mængdemæssigt underordnet gruppe af mineraler i en bjergart.

**Anode:** Den positive elektrode.

**Asthenosfære:** Den del af Jordens øvre kappe, der er delvist opsmeltet. Asthenosfæren er placeret under lithosfæren (de øverste 100-150 km af Jorden, som omfatter skorpen samt den allerøverste del af kappen).

**Albitisering:** Omdannelse af bjergart, hvorved der dannes natriumfeldspat (albit), eventuelt på bekostning af en mere calciumrig feldspat.

**Alkaligranit:** Granit rig på alkalifeldspat.

**Dissociere:** 'Gå fra hinanden'. Når et eller flere grundstoffer i en kemisk forbindelse 'skiller' sig fra resten.

**Elektrolytisk:** Om fremstilling af grundstof ud fra en elektrisk ledende opløsning. Dissociering ved hjælp af elektrisk strøm.

**Fumaroler:** Sprækker eller cirkulære åbninger i jordoverfladen hvorfra der undslipper gas eller damp.

**Gabbro:** Grovkornet magmatisk bjergart (plutonit eller dybbjergart) med samme mineralsammensætning som basalt (calciumrig plagioklas, pyroxen og eventuelt olivin).

**Granit:** Mellem- til grovkornet bjergart (plutonit eller dybbjergart), hvis hovedmineraller er kvarts, alkalifeldspat og i mindre grad plagioklas. Af mørke mineraler ses almindeligt biotit og amfibol.

**Greisenisering:** Omdannelse af bjergarter med granitisk sammensætning. Feldspaterne i udgangsbjergarten forsvinder helt eller delvis og erstattes af kvarts, lys glimmer og topas.

**Half-graben:** 'Halv' graben, et forsænket område dannet ved forkastning og efterfølgende kipning af en blok langs en krum brudflade, en forkastning der står stejlt øverst og flader ud nedefter.

**Halegonider:** Mineraler som indeholder et eller flere halogener, d.v.s. grundstofferne fluor (F), chlor (Cl), brom (Br) og jod (J).

**Katalytisk:** Om en kemisk proces, som fremmes ved tilstedeværelsen

af et stof, der ikke eller i beskedent omfang forbruges i processen.

**Katode:** Den negative elektrode.

**Ketilider:** Bjergkædedannelse i Sydgrønland for mellem 1.800 og 1.500 millioner år siden.

**Lithosfære:** Se 'asthenosfære'.

**Magma:** Flydende varm stenmasse (smelte). Størkner den i dybet, kaldes den en dybbjergart (plutonit). Størkner den i dagen, kaldes den en dagbjergart (vulkanit).

**Mantle plume:** 'Kappe fjer': afgrænset område i jordens kappe med opadstigende bevægelse, der øverst bøjer udad som et bundt strudsfer. 'Hot spot' magmatisme er knyttet til 'mantle plumes'.

**Nefelinsyenit:** Grovkornet dybbjergart hvis hovedminerale er kaliumfeldspat og nefelin. Kaldes en undermættet bjergart på grund af et lavt indhold af silicium.

**Pegmatit:** Meget grovkornet gangbjergart (grovere end de bjergarter, de ligger i), ofte med en granitisk sammensætning. De vigtigste minerale er almindeligvis kvarts, kaliumfeldspat og glimmer. Godt søgested for veludviklede krystaller og sjældne minerale.

**ppm:** 'Parts per million', d.v.s. dele af en million. Mængdeangivelse for sporelementer i en kemisk analyse.

**Proterozoicum:** Tidsperioden der spænder fra 2.500 - 600 millioner år. Den yngste del af Prækambrium, som er den periode, der strækker sig fra ca. 4.500 - 600 millioner år.

**Rhombedodekaeder:** Betegnelse for en rumlig geometrisk figur, der er begrænset af tolv (græsk: dodeka) rhomber.

**Rift:** Dybtgående brudzone i lithosfæren, hvor der har fundet indsynkning sted langs parallelle forkastninger. Der er ofte knyttet magmatisk aktivitet til riftdannelse.

**Sandur:** Sandslette hvor bestandigt skiftende flodløb af smeltevand afsætter sand. Et kendt eksempel er Skeitharar sandur syd for Vatnajökul i Island.

**Syenit:** Grovkornet dybbjergart, hvis hovedminerale er kaliumfeldspat og natriumfeldspat.