

FLUORIET - ertsafzettingen

door Dr. M.A. Zakrzewski

I Het ontstaan van fluoriet en zijn begeleidende mineralen

In kleine hoeveelheden komt fluoriet vaak voor. Ertsc concentraties van dit mineraal zijn daarentegen relatief zeldzaam. Vaak begeleidt fluoriet andere erts en, maar het vormt ook eigen ertsafzettingen, die soms zelfs monomineraal zijn. Fluoriet-afzettingen komen voor als gangen, lenzen, nesten en lagen in magmatische, metamorfe en sedimentaire gesteenten. Zij kunnen als volgt opgebouwd zijn:

- massief, grofkristallijn
- gelaagd, in lagen met verschillende korrelgrootte of kleur, en met verschillende geassocieerde mineralen
- als concreties en schaalachtig
- als breccie of breccie-achtig, waarin de brokstukken van het nevengeesteente met fluoriet gecementeerd zijn of als erts dat gevormd wordt door brokstukken van fluoriet
- gedissemineerd in de vorm van korreltjes en kleine aggregaten

(vervolg van pagina 5)

verder bij de porselein- en glasproductie. Slechts een zeer kleine fractie komt op de markt in de vorm van kristallen voor verzamelaars. In Europa zijn de bekende vindplaatsen van kristallen: in Engeland Waerdale in Durham, Alston Moor en Cleator Moor in Cumberland, de Wheal Mary-mijn in Menheniot in Cornwall, de Beer Alston-mijn bij Tavistock in Devonshire, de Blue John-mijn in Treak Cliff bij Castleton in Derbyshire; in Duitsland Stolberg in de Harz, Liebenstein in Thüringen, Wölsendorf in Beieren, Ölsnitz in Vogtland, en de bekende fel-gele kubussen van Gersdorf in Saksen; de Alpen zijn bekend om de rose oktaëders. In Frankrijk zijn vooral de fluorieten van het Massif Central (zie Gea, vol. 8, p. 14 e.v.) en van het Mont Blanc-massief bekend. In België wordt fluoriet door de hele Ardennen heen gevonden, met name in Gimnée, Matagne-la-Grande, Doische, Villers-en-Fagne, Ave-et-Auffe, Marche-les-Dames en Namèche.

Uiteraard zijn de mooiste fluoriet-kristallen en kristalgroepen te vinden in musea; hier volgen de voornaamste met hun pronkstukken op het gebied van fluoriet: Naturhistorisches Museum in Bern (rose oktaëder van de Grimsel, 10 x 10 x 5 cm), Muséum d'Histoire Naturelle in Grenoble (rookkwarts-groep van 30 x 30 cm bezaaid met rose fluorietkristallen van 1 cm), Ecole Nationale Supérieure des Mines in Parijs (ongelooflijke "pyramiden-fluoriet" van Le Beix, Puy de Dome, met een ribbe van 25 cm), Muséum National d'Histoire Naturelle in Parijs (rose oktaëder van 15 x 13 x 11 cm van de Aiguille des Pelerins in de Haute-Savoie en een kristal met een ribbe van 50 cm uit Peyrebrune in de Tarn en natuurlijk het British Museum of Natural History in Londen voor de talrijke Engelse vindplaatsen; daarnaast, in het Geological Museum in Londen, de enorme vaas van "Blue John" fluoriet. Ook het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie te Leiden bezit enkele bijzonder fraaie stukken.

Studies van mineraalparagenesen bieden de mogelijkheid om de geologische geschiedenis van een ertsafzetting te bepalen. Zo kan men aan de hand van bepaalde karakteristieke mineraal-associaties de oorsprong van een ertsafzetting afleiden. Sommige afzettingen, vooral die welke ontstaan zijn bij een relatief lage temperatuur, hebben geen typische associaties en om bij deze de genese te ontcijferen, moet men complexe structureel-petrologische en geochemische onderzoeken verrichten. De meest voorkomende fluoriet-afzettingen zijn bijvoorbeeld geassocieerd met kwarts en/of bariet. Als deze ertslichamen het nevengeesteente snijden, of als zij zich in magmatische gesteenten bevinden, dan zijn zij hydrothermaal gevormd.

Als zij daarentegen als concordante lagen in sedimentaire gesteenten voorkomen, dan bestaat de mogelijkheid dat deze ertslichamen ook sedimentair zijn.

(Zie tekening op pagina 7).

II Magmatische fluoriet-afzettingen

Fluoriet is een typisch mineraal voor granitische magma's. Het kan voorkomen in graniet zelf, maar vormt daarin geen ertsconcentraties van belang. In Rapakivi-graniet van Scandinavië en in zwerfstenen daarvan in morene-afzettingen in Nederland komt tot 1% fluoriet voor. In Zuid-Afrika zijn er fluoriet-afzettingen gevonden aan de Bushveld-graniet.

Pegmatieten

Als de hoofdmassa van een granitisch magma gekristalliseerd is, blijft een restmagma over dat rijk is aan waterdamp en waarin onder hoge druk een aantal bestanddelen is opgelost. Dit restmagma vormt het pegmatitisch-pneumatolytisch stadium. Bij daling van de temperatuur kristalliseren pegmatiet-gangen, waarin *kaliveldspaat*, *kwarts* en *muskoviet* de hoofdmassa vormen; fluoriet is een van de nevenbestanddelen. Minder vaak is fluoriet daarin geassocieerd met beryllium-mineralen zoals *beryl*, *chrysoberyl*, *phenakiet*, *helvien* en *taaffeiet*. Een andere pegmatitische associatie van fluoriet is die met fluorcarbonaten van zeldzame aarde (Z.A.) elementen, zoals *parisiet*, *bastnäsië* enz. De grootste fluorietafzetting van pegmatitische oorsprong is die van Crystal Mountain in Montana, U.S.A. Fluoriet is hier geassocieerd met *biotiet*, *kwarts* en *veldspaat*. Ook in Oost-Beieren komt fluoriet in verschillende pegmatieten voor.

Aan de randen van een graniet-massief kunnen greisen-afzettingen gevormd worden. Daarin is een *fluoriet-cassiteriet* associatie met *topaas*, *wolframiet* en lichte mica's (*muskoviet*, *lepidoliet*) karakteristiek; soms komen er ook *toermalijn*, *kryoliet*, *molybdeniet*, *arsenopyriet* en andere hoog-temperatuur mineralen in voor (zie ook de *fluoriet-calciet-silikaten* paragenese in hydrothermale afzettingen).

Skarn

Als een graniet-lichaam in contact komt met kalksteen of dolomiet worden skarn-afzettingen gevormd met typische

calcium-silikaten en andere skarn-mineralen. De meest voorkomende associaties van fluoriet daarin zijn die met *epidoot* en/of *actinoliet* en *magnetiet*. In Yxsjöberg, Zweden, komt fluoriet met *scheeliet* en *chalcopryiet* voor. In een skarn-afzetting op Sardinië is fluoriet met *magnetiet*, *sfaleriet* en een weinig *chalcopryiet* geassocieerd.

Carbonatiet

Carbonatieten zijn intrusieve kalkstenen en dolomieten van magmatische oorsprong. Zij zijn gebonden aan alkalische complexen, zoals nefeliensyenieten. Fluoriet is hierin typisch geassocieerd met *apatiet* en met zeldzame aarde mineralen. De meest bekende afzetting is Okoruru in Namibië.

Vulkanisch

Fluoriet komt ook voor in vulkanische tuffen en rhyolieten. In Guerrero, Mexico, vormt fluoriet nesten in tertiaire vulkanische as; de gedissemineerde zone is 8 km lang en 160 m breed. Typerend is de aanwezigheid van *gearksutiet*, een mineraal uit de kryolietgroep, dat pseudomorfofen naar *fluoriet* vormt.

Als fluor-houdende vulkanische gassen en oplossingen in een meer of in zee terecht komen en daar in de vorm van fluoriet worden neergeslagen, dan worden dergelijke afzettingen niet als vulkanisch maar als sedimentair of vulkano-sedimentair beschouwd. (Zie ook bij de sedimentaire fluoriet-afzettingen)

III Hydrothermale fluoriet-afzettingen

Van veel groter economisch belang zijn de fluoriet-afzettingen die gevormd zijn bij temperaturen onder 400° C

(de kritische temperatuur van water). Fluoriet vormt ertsafzettingen over het hele bereik van de hydrothermale condities (van 400° C tot 50° C), maar de hoofdmassa van de industriële concentraties is gebonden aan formaties van middelhoge en lage temperatuur. Fluoriet-afzettingen van hydrothermale oorsprong komen in alle geologische tijdperken van Precambrium tot Kwartair voor. Als ze bij hogere temperaturen gevormd zijn, is de relatie met een moeder-graniet meestal nog wel duidelijk; bij lagere temperaturen is het verband met granitische magma's vaak speculatief. Deze groep van fluoriet-afzettingen is dan ook wat betreft hun genese het meest omstreken.

De volgende parageneses zijn van groot belang voor de verschillende hydrothermale mineraal-associaties:

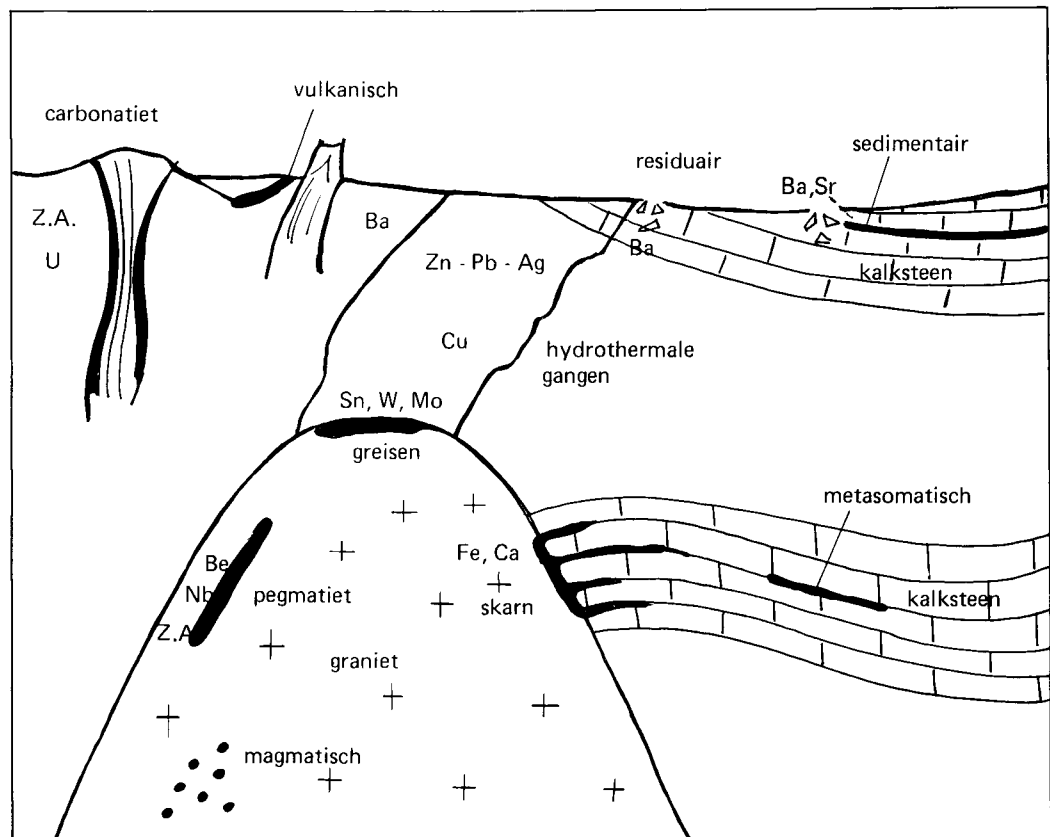
- a. fluoriet-kwarts
- b. fluoriet-bariet
- c. fluoriet-carbonaten
- d. fluoriet-bariet-carbonaten
- e. fluoriet-bariet-Fe-mineralen
- f. fluoriet-sulfiden

Minder vaak komen de volgende parageneses voor:

- g. fluoriet-silikaten-(calciet)
- h. fluoriet-uraniet
- i. fluoriet-antimoniet-cinnaber

a. Fluoriet-kwarts

Fluoriet komt met *kwarts* en *chalcedoon* voor in aders. Daarnaast zijn kleine hoeveelheden *bariet*, *carbonaten* en *sulfiden* aanwezig. Soms komt fluoriet voor in de vorm van stalaktieten en stalagmieten, vergroeid met *kwarts*, zoals in San Vicente, Coahuila, Mexico, en in Northgate, Colorado, U.S.A. In



Overzicht van de genetische typen van fluoriet-afzettingen en geassocieerde metalen.

Pforzheim in het Schwarzwald bevatten fluoriet-gangen 3-4% *hematiet*, 2-4% *bariet* en 30-40% *kwarts*. In Donaustauf bij Regensburg in Beieren zijn de aders tot 2 m breed met 81-86% fluoriet en 9-14% *kwarts*. Eveneens in Beieren bij Oberpfalz zijn de aders tot 2-2.5 km lang en gemiddeld 1 m breed en bevatten zij 50-70% fluoriet. In de Harz komen ook veel fluoriet-aders voor. In Rottlebrode in de D.D.R. zijn de aders 5-12 m breed, zij bevinden zich in paleozoïsche schalies dicht bij het contact met een graniet; behalve kwarts komen hier accessorisch *calciet*, *chalcopyriet*, *pyriet*, *magnetiet* en *galeniet* voor.

b. Fluoriet-bariet

Bariet vormt 10-40% en soms meer van het erts; *kwarts* en *chalcedoon* komen vaak voor; *sulfiden*, vooral *pyriet*, *galeniet* en *sferriet*, zijn soms aanwezig in hoeveelheden van praktisch belang. *Bariet* is meestal jonger dan fluoriet en vormt nog vaker dan *kwarts* pseudomorfosen naar fluoriet. In Breisgan in het Schwarzwald komen 4 opeenvolgende generaties van fluoriet voor. De afzetting is duidelijk gezondeerd met een toename van fluoriet en een afname van *bariet* met de diepte. Bekend zijn de fraaie kristallen van de derde generatie met octaëder- en hexoctaëder-vlakken. Verder van het graniet-massief af ligt Kinzing bij Schapbach waar een deel van de *bariet* door *kwarts* vervangen is; deze aders bevatten ook Ag-rijke *galeniet*. In Flössberg is een 8 km lange en tot 15 m brede gang met een kleine hoeveelheid fluoriet die geschikt is voor optische doeleinden. In de grootste fluoriet-mijnen in Asturië in Spanje, zoals in Aurora in Caravia, zijn de fluoriet-gangen tot 10 m breed en bevatten zij ongeveer 5% *bariet* en tot 15% *kwarts*.

c. Fluoriet-carbonaten

Het carbonaat-mineraal is meestal *calciet*, maar soms ook *dolomiet* en *ankeriet*. *Calciet* maakt in deze paragenese tot 30% of meer van het erts uit; *kwarts* is meestal alleen maar accessorisch en *sulfiden*, voornamelijk *galeniet* en *sferriet*, kunnen economisch van belang zijn. Deze associatie is meestal aan metasomatische erts in kalksteen gebonden. Hiertoe behoren de stratiforme (zie ook verder) erts van Coahuila, San Luis Potosi en Guanajuato in Mexico, Rosiclare in Illinois, U.S.A., en de Engelse afzettingen in Derbyshire, Durham, Cumberland en in mindere mate Cornwall en Devon.

d. Fluoriet-bariet-calciet

Deze associatie verschilt van die van het *fluoriet-bariet* type door de aanwezigheid van *calciet*. De grootste Spaanse fluoriet-mijn is Oscar bij Gerone in Catalonië; de tot 10 m brede gangen bevatten gemiddeld 55-60% fluoriet, 15-20% *kwarts*, 6-10% *calciet*, 2-4% *bariet*, 3-5% *sferriet* en 2% *galeniet*. (De opgegeven percentages hebben betrekking op het gemiddelde van de gehele voorkomens, niet op afzonderlijke handstukken).

e. Fluoriet-bariet-Fe-mineralen

Behalve fluoriet en *bariet* komen in dit type *hematiet* en *sideriet* voor, soms *ankeriet* en minder vaak *sulfiden*.

f. Fluoriet-sulfiden

Naast fluoriet zijn *galeniet*, *sferriet* en *pyriet* aanwezig. In veel gevallen van dit type wordt fluoriet slechts gewonnen als bijproduct van de ontginning van de sulfidische erts. Door de recente groei van de fluoriet-

(zie vervolg op pag. 11)

kleurenpagina 1

bijschriften kleurenfoto's

kristalbouw

1. gele fluoriet met calciet en pyriet. Vindplaats: Villabona, Asturië, Spanje, beeldoppervlak 11 x 17 mm, collectie Stemvers.

Voorbeeld van een hexaëder (kubus). De vlakken van een hexaëder zijn bij fluoriet doorgaans glad en glanzend, maar aan het oppervlak kunnen soms veranderingen in de kristalstructuur tot uitdrukking komen (vergelijk nr. 7 en het omslag).

2. groene fluoriet. Vindplaats: Papiol, Spanje, beeldoppervlak 8 x 12 mm, collectie drs. W.R. Moorer.

Voorbeeld van de oktaëdervorm bij fluoriet (regelmatig achtvlak). De vlakken zijn doorgaans ruw en mat, vaak lijken de zijden gevormd te zijn door kubusvormige sub-individueen — dit is parallelgroei, vgl. nr. 8. Gladde oktaëdervlakken zijn over het algemeen slijtvlakken.

3. hexaëders van lichtblauwe fluoriet en kwartskristallen op roodbruine niervormige hematiet.

Vindplaats: Egmont, Cumberland, Engeland, beeldoppervlak 5 x 8 mm, collectie ir. H. K. Groenenboom.

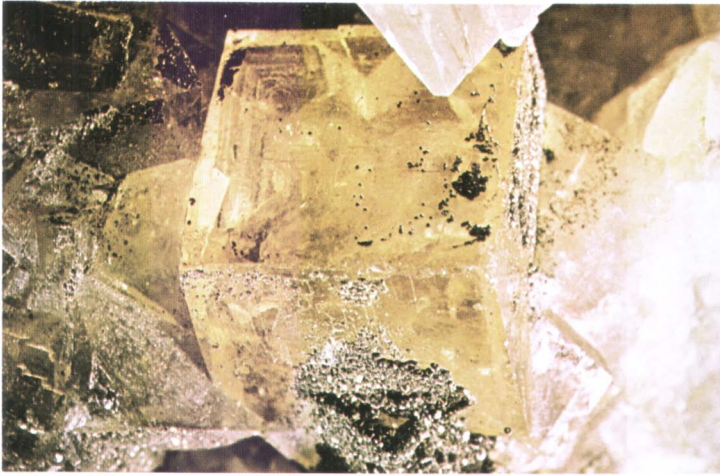
4. fluoriet met paarse ribben op kwarts, met pyriet. Vindplaats: Pola de Siero, Asturië, Spanje, beeldopp. 6 x 15 mm, coll. ir. H.K. Groenenboom.

Gekombineerde vlakken van hexaëder en dodekaëder. (De dodekaëdervlakken zijn de schuine vlakken tussen de kubusvlakken). Er is ook sprake van parallelgroei: de vlakken van het bovenste kristal lopen evenwijdig met die van het kristal waar het uit lijkt te groeien. Alle kristallen zijn misvormd: ze zijn in de ene richting meer ontwikkeld dan in een andere richting.

5. geelbruine fluoriet met ingesloten pyriet. Vindplaats: Ladywash Mine, Derbyshire, Engeland, beeldopp. 30 x 45 mm, coll. ir. H.K. Groenenboom. Een combinatie van hexaëder- en tetrahexaëdervlakken, waardoor de ribben afgestompt lijken.

6. vezelige fluoriet, wit/paars geband. Afkomstig uit Engeland, mogelijk Derbyshire, beeldopp. 26 x 26 mm, coll. drs. W.R. Moorer.

Behalve als hexaëder, oktaëder, dodekaëder of combinatie hiervan komt fluoriet ook massief voor: zonder een eigen kristalbegrenzing. Het kan dan grof tot fijn granulair zijn, zuilvormig of vezelig. De bekende Blue John is een vezelige variëteit. Ook het afgebeelde exemplaar is zulk een vezelig aggregaat. De bandering is onafhankelijk van de kristalbegrenzing — hij loopt ongeveer loodrecht op de vezelrichting.



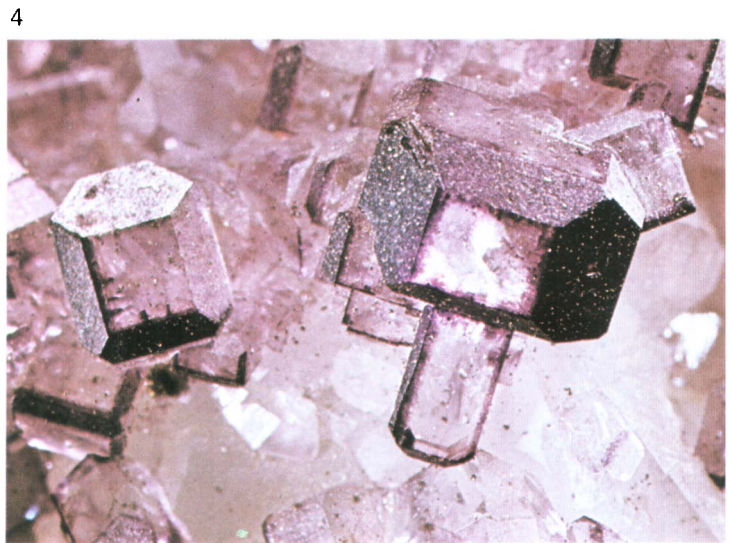
1



2



3



4



6



5



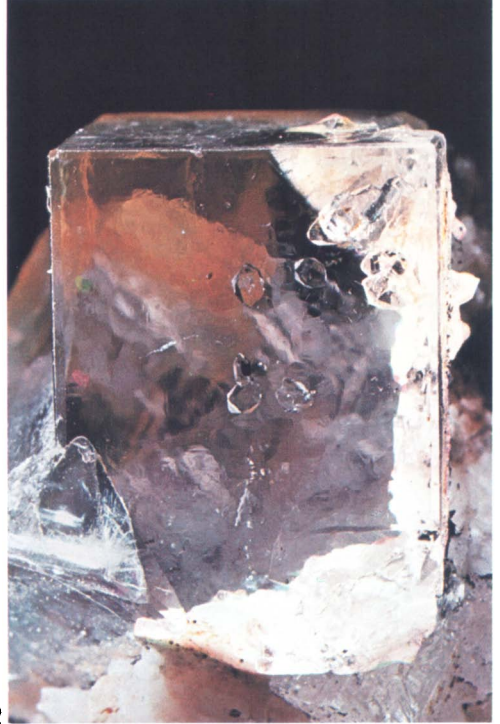
7



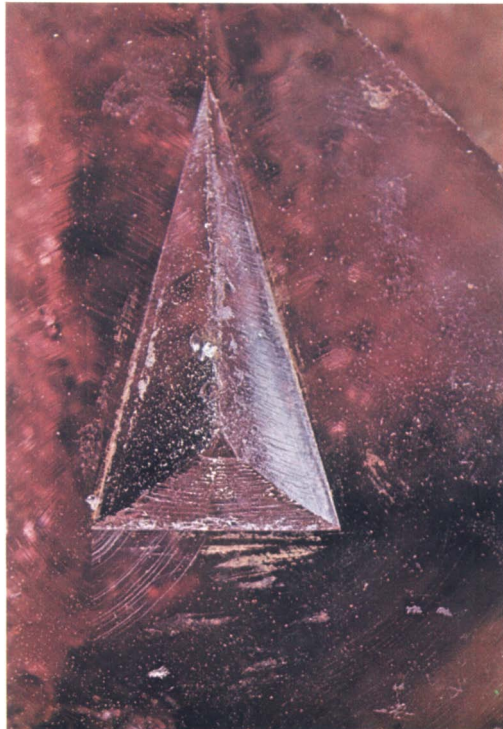
8



9



12



10

11



(vervolg van pag. 8)

kleurenpagina 2
bijschriften kleurenfoto's

kristalgroei

7. paars fluorietkristal met parallelgroei, samen met kwarts. *Herkomst: omgeving Oviedo, Asturië, Spanje, lengte der ribben: 16 mm, coll. J.G. van Meurs. Bij parallelgroei ontwikkelen alle vlakken van één kristal zich parallel met die van een ander kristal. Parallelgroei kan ook in één kristalindividu optreden, het kristal wordt dan uit subindividuen opgebouwd, waardoor het geheel een getrappt aanzien krijgt, vgl. nrs. 2, 8 en het omslag.*

8. lichtgroene fluorietoktaëder met piramidalgroei, en kwarts. *Afkomstig uit Kirgizië, Sovjet Unie, beeldopp. 8 x 12 mm, coll. drs. W.R. Moorer.*

De grondvorm van dit kristal is een oktaëder, maar deze vorm wordt bijna geheel gemaskeerd door parallelgroei, die hexaëdrische subindividuen heeft veroorzaakt. De top van het kristal is naar u toegericht. Zie ook fig. 6 art. E.A.J. Burke.

9. tweelingkristal van groene fluoriet. *Vindplaats Cambokeels Mine, Stanhope, Weardale, Eng., beeldopp. 12 x 18 mm, coll. ir. H.K. Groenenboom.*

Tweelingvormen zijn regelmatige vergroeiingen van twee kristalindividuen. Bij doorkruisingstweelingen zijn er twee individuen door elkaar gegroeid en zijn er inspringende hoeken ontstaan. De individuen hoeven niet noodzakelijk even groot te zijn.

10. detail fluoriet-tweeling. *Herkomst: Stanhope, Durham, Weardale, Eng., afgebeeld opp. 14 x 20 mm, coll. ir. H.K. Groenenboom.*

Uit een zijde van een helder fluorietkristal steekt de uitspringende punt van een tweelingindividu. Beide individuen vertonen groeilijnen.

11. doorschijnende fluoriet met ingesloten kwartskristallen. *Vindplaats: Berbes, Asturië, Spanje, beeldgrootte 10 x 15 mm, collectie Stemvers.*

Door de grote helderheid van de fluoriet zijn de in het kristal gelegen, perfect gevormde kwartsen duidelijk te zien, aan de rechterkant steekt een kwarts half naar buiten. Bariet achter de fluoriet geeft de gele vlek.

12. zonaliteit, uitgerekte kubusvorm en combinatie van kristalvormen. *Herkomst: Berbes, Asturië, Spanje, beeldgrootte 10 x 15 mm, collectie Stemvers.*

Donkerder paarse lijnen markeren zones in het kristal — tijdens de groei veranderden de factoren die de kleur bij fluoriet doen ontstaan. De uitgerekte vorm duidt op een onregelmatigheid in de groei (maten van het kristal: 5 x 7,5 x 10 mm). Er zijn kristalvlakken van de kubusvorm: de rechte; van de dodekaëdrische vorm: de schuine, middenin; de tetrahexaëdrische vorm: tussen kubus- en dodekaëdervlakken in. Het waarom van deze afwijkingen is nog een onopgeloste vraag.

consumptie is de belangstelling echter zo groot dat zelfs de oude storthopen van deze mijnen verwerkt worden. De oude zilverbijlen van Laurium, van Pennines en in Spanje zijn het beste voorbeeld.

In Laurium (Griekenland) is fluoriet een nevenproduct bij de zilverhoudende *galeniet* en *sfleriet*; de verweringszone is er beroemd om zijn secundaire mineralen. De Engelse afzettingen in de Pennines bevatten ook *galeniet*, *sfleriet*, *calciet*, *bariet*, *kwarts* en *ijzersulfiden*. De afzettingen van Genna Tres Montis-Muscadroxio-s'Acqua Frida in Zuid-Sardinië zijn de belangrijkste in Europa; zij vormen een gang-systeem van ongeveer 3 km lang en 5-8 m breed; fluoriet is hier met *bariet* en *galeniet* geassocieerd. In Tsumeb (Namibië) komt fluoriet met polymetallicke ertsen, *apatiet* (tot 7%) en *kwarts* (tot 20%) voor. In Zwitserland zijn geen grote fluoriet-voorkomens; een interessante 1 m brede gang in Martini bij Semebrauchen bevat 80% fluoriet en 3% *galeniet*.

g. Fluoriet-silicaten-(calciet)

De aanwezigheid van *calciet* onderscheidt dit type van de greisenformatie (zie eerder). De andere mineralen zijn hetzelfde en duiden op een hoge temperatuur van vorming. Een van de grootste fluoriet-voorkomens van de Sovjet-Unie, Vozniesienski in het Verre Oosten van Siberië, behoort tot dit type; de hoofdmineralen zijn er fluoriet, *calciet*, *lepidoliet* en *muskoviet*; nevenmineralen zijn *phenakiet*, *toermalijn*, *pyriet*, *galeniet*, *sfleriet*, *chalcopryiet*, *arsenopyriet*, *kwarts*, *rutiel*, *cassiteriet* en *apatiet*. *Calciet* komt meer in de randzone en in diepere horizonten voor.

h. Fluoriet-uraniniet

In Wölsendorf in Beieren komt fluoriet voor vergezeld van *autuniet*, *torberniet* en *uraniniet*. De fluoriet is donkerpaars of rood gekleurd (*antozoniet* of *stinkspaat*). Ook in Frankrijk zijn er bekende uraanhoudende fluoriet-gangen in de Morvan en de Limousin. In Wittichen (Vogezes) bevinden de gangen zich in graniet; fluoriet komt hier als gangmineraal voor van Ni-Co-Bi-U-ertsen.

De bovengenoemde mineraalparagenesen zijn een indeling; vaak komen er echter overgangen tussen de verschillende typen voor. Binnen een afzetting kan de mineralogische samenstelling variëren met de strekking en de diepte.

IV Stratiforme en sedimentaire fluoriet-afzettingen

De laatste tijd wordt veel aandacht besteed aan fluoriet in sedimentaire gesteenten. Enige van deze afzettingen hebben de vorm van echte lagen en worden daarom als stratiform beschreven. Meestal zijn zij aan sedimentaire kalkstenen en dolomieten gebonden. Het is mogelijk dat het gesteente metasomatisch door fluoriet vervangen is langs bepaalde vlakken die evenwijdig met de gelaagdheid verlopen. Maar het is ook aannemelijk dat deze afzettingen op sedimentaire wijze ontstaan zijn als echte lagen via een van de volgende mogelijkheden:

- a. Onderzeese emanaties (uitvloeiingen) van fluorverbindingen van magmatische of vulkanische oorsprong. Een goed voorbeeld daarvan is het Castel Giuliano gebied 40 km ten noorden van Rome. Fluoriet komt hier voor als kleine kristalletjes (te klein voor aanrijking) in sedimenten die ook van vulkanische oorsprong zijn. Er

is tot 50% fluoriet in kleiige sedimenten en tot 15% in zandige. Fluor is via vulkanische gassen en oplossingen in meerwater en meersedimenten terecht gekomen en daarin neergeslagen. Fluoriet is er geassocieerd met *bariet*, *apatiet*, *calciet*, *dolomiet* en *opaal*.

b. Concentratie van CaF_2 in levende organismen. In schelpen van mollusca en foraminifera en in tanden en beenderen van zeedieren kunnen de concentraties van fluor tot 0.3-0.55% oplopen. *Ratowkiet* (een aardeachtige vorm van fluoriet) kan soms *calciet* in schelpen vervangen.

c. Verdampen van water analoog aan de vorming van zoutafzettingen.

Om CaF_2 uit zeewater te kunnen neerslaan moet de concentratie van fluor tenminste 6-15 mg/liter zijn, wat 6-10 maal hoger is dan de gemiddelde concentratie. Het neerslaan wordt dus mogelijk onder omstandigheden van extreme zoutconcentratie bij evaporatie; fluoriet is dan het eerste mineraal dat neerslaat in de chemische afzettingen: *fluoriet-dolomiet-gips-haliet-K-Mg-zouten*.

Stratiforme fluoriet-ertsafzettingen behoren tot de belangrijkste fluoriet-leveranciers. De grootste fluoriet-afzetting ter wereld is die van Cave in Rock, Illinois, U.S.A.; zij heeft een dikte van 60-70 m en een lengte van 8 km en bevat 50-60% fluoriet, soms in fraai gekleurde kristallen en in holtes fluoriet van optische kwaliteit. In Jurassische sedimenten rond het Massif Central komt in de Morvan een gemiddeld 4 m dikke laag voor met 35% fluoriet, 10-15% *bariet*, *chalcedoon*, *kwarts*, *dolomiet*, *calciet* en wat *galeniet* en *sferiet*. Andere grote afzettingen van dit type liggen in Noord-Coahuila, Mexico, in het Ottoshoop District in Transvaal (Zuid-Afrika) en in Motroc en Le Bure in de oostelijke Pyreneeën. De mineraalparagenesen in stratiforme fluoriet-afzettingen zijn dezelfde als in hydrothermale afzettingen; soms is de aanwezigheid van *celestien* kenmerkend.

V Verwerking

Bij verwerking van sulfidische ertsgangen met fluoriet worden de *sulfiden* snel opgelost en afgevoerd. Fluoriet blijft daarentegen als chemisch relatief resistent mineraal ter plaatse achter en vormt zg. residuaire afzettingen. Bij lage concentraties van fluoriet kan verwerking aldus tot aanrijking leiden wat tot het ontstaan van een ertsafzetting leidt. Op deze wijze zijn enige afzettingen van fluoriet ontstaan in Illinois en Kentucky in de U.S.A., in Asturië in Spanje e.a.

Fluoriet dat via verweringsprocessen geconcentreerd was in bodems, of juist uit bodems uitgewassen was, leidde in veel gevallen tot de ontdekking van grote afzettingen.

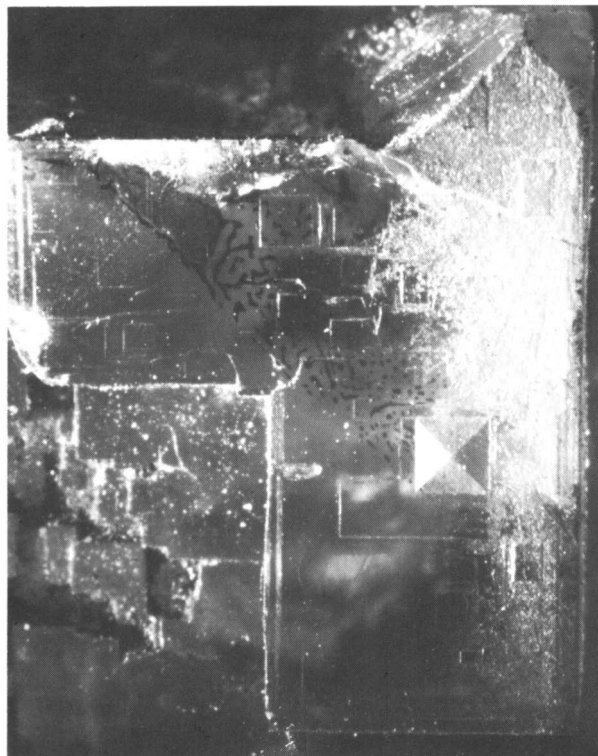
In tegenstelling tot de goede chemische resistentie is fluoriet mechanisch zacht en bros en kan daarom niet over grotere afstanden door rivierwater getransporteerd worden. Bij het wassen (pannen) van alluviale sedimenten moet men dus geen fluoriet verwachten.

VI Recente vorming

Fluoriet wordt gevormd als neerslag uit hete bronnen in Wagon Wheel Gap in Colorado, U.S.A., en in Plombier in de Vogezen in Frankrijk.

Literatuur

Lefond (editor): Industrial Minerals and Rocks. American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc. New York, 1975.



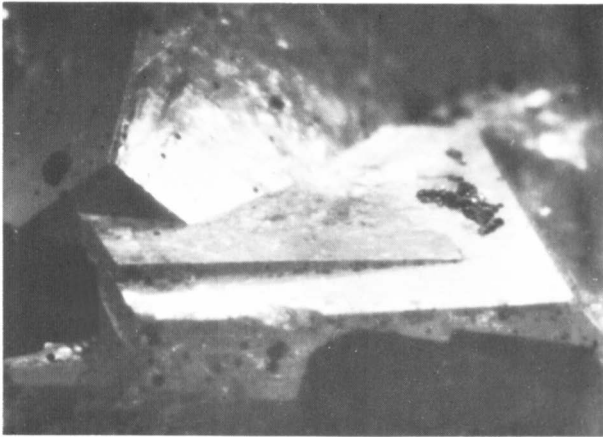
A



B

foto A. Een kristalvlak is niet zo vlak! Dit kubusvlak van een fluorietkristal vertoont groeistructuren (de uitspringende vierkantjes), waarbij de vier driehoekige vlakjes van een tetrahexaëdervorm opvallen. Circa 12 x vergroot. De zone met donkere vlekjes zijn verontreinigingen in het kristal, gerangschikt langs een schuin vlak, een oktaëder-richting.

Foto B. Geen modern schilderij, maar een detail van een vlak van een fluorietkristal met parallelgroei, circa 12 x vergroot.



C

Foto C. Een aangroei stadium van fluoriet, 12 x

foto's: P. Stemvers

FLUORIET, waarvoor?

door R. Meijer

Het mineraal fluoriet dankt z'n naam aan een reeds lang bekende eigenschap, namelijk het beter laten smelten van metalen, in werkelijkheid het verlagen van het smeltpunt. Fluere is het Latijns voor vloeien, we kennen daardoor ook de veel gebruikte benaming vloeispaat, waarin spaat staat voor slijtbaarheid.

In de techniek wordt altijd van vloeispaat gesproken, in Engelse literatuur vinden we bijvoorbeeld daarom de benaming fluorspar, in Duitse Fluszsapat.

Voorkomen en mijnbouw

Fluoriet kennen we in pegmatiet-voorkomens, maar het is veel algemener als hydrothermaal- en omzettingsmineraal. Exploitatie is het meest economisch op een omzettingsvoorkomen in kalksteen. De winbare lagen kunnen sterk hellend, soms vertikaal worden aangetroffen, ze lenen zich dan niet voor dagbouw, maar moeten door ondergrondse mijnbouw gewonnen worden.

Een economisch winbare vindplaats moet minstens 20 tot 30% fluoriet bevatten. Lager kan alleen gegaan worden als er andere bruikbare grondstoffen samen mee voorkomen, zoals bariet, galeniet en sfaleriet.

Normaal gesproken is het niet mogelijk om fluoriet te winnen, die direkt bruikbaar en verhandelbaar is, alhoewel dit soms voorkomt.

Vanwege de verscheidenheid aan associërende mineralen, die soms zeer innig met fluoriet zijn vergroeid, kennen we vele vormen van "gehalte-verhoging", waarvoor we allerlei methoden hebben. De simpelste is de handsortering aan de lopende band, echter ook fijnmalen waarna afscheiden door middel van zware vloeistoffen waarin de fluoriet gaat zweven wordt toegepast. Andere mogelijkheden zijn mechanisch sorteren op soortelijk gewicht via spiraalgoten of triltafels en het laten drijven van fluorietmeel in water met een bepaald schuimmiddel.

Stukerts of meel kan vervolgens door zijn gehalte aan fluoriet meedingen naar een plaats op de wereldmarkt.

De wereldmarkt

De wereldmarkt kent drie belangrijke gradaties: acid, ceramic en metallurgical.

Acid staat voor 97% fluoriet en wordt gebruikt voor de vervaardiging van onder andere fluorwaterstof, HF, waarbij ook de korrelgrootte belangrijk is. Deze bepaalt weer de reactiesnelheid met zoutzuur waarbij de fluorwaterstof vrijkomt.

Ceramic voor glas en emaille moet zo'n 93 tot 95% fluoriet bevatten.

Metallurgical, ook wel metspar genoemd, ligt rond de 75% CaF_2 . Dit is de kwaliteit die we het beste kennen van de ertsoverslagbedrijven en van bijvoorbeeld Hoogovens IJmuiden voor de toepassing in de staalbereiding.

Worden de eerste twee gradaties fijnvermalen verhandeld, deze kwaliteit wordt normaal als stukerts verkocht, gesorteerd op ongeveer 50 mm of "run of mine", alles door elkaar, zo van de mijn tot brokken van 40 cm. De verbruiker breekt en sorteert dan zelf verder.

Vindplaatsen van goed stukerts worden schaarser, daarom is het persen van briquetjes en het rollen van knickers, pellets heten deze officieel, in ontwikkeling.

In tonnen uitgedrukt is de jaarlijkse wereldproductie ongeveer 4,5 miljoen ton. De koploper met ongeveer 1 miljoen ton per jaar is Mexico. Op de tweede plaats komt een groot aantal landen met een jaarlijkse produktie rond de 300.000 ton. Deze landen zijn: Verenigde Staten, China, Thailand en dichterbij: Frankrijk, Italië, Spanje en Engeland, terwijl ook Rusland op dit niveau zit. Alle andere landen liggen duidelijk lager.

Fluoriet bij Hoogovens IJmuiden

De verzamelaar van mineralen is in principe geïnteresseerd in handstukken of micromounts. Daarom is voor die verzamelaar veel van bovengenoemd materiaal niet zo interessant en vindt hij alleen iets tussen de stukertsen die we metallurgical noemen. Hoogovens IJmuiden is een groot-verbruiker van dit materiaal en is daarom ook ongewild een favoriete leverancier van verzamelaarsstukken, vooral in eigen omgeving. Het ligt daar, enigszins afgeschermd, opgeslagen op hopen van zo'n 1300 ton. Bij elke hoop ligt een bord waarop vermeld de datum van binnenkomst en de naam van het aanvoerende schip. Het materiaal ligt er altijd in de vorm "run of mine", de hoop