

# Zilver en zilvermineralen

door Wilfred Moorer

De foto op de voorpagina van deze Gea kwam tot stand door "chemie" tussen fotograaf en onderwerp. Bovendien was er tijdens de belichting, dus in een fractie van een seconde, de chemie van de gevoelige plaat: de chemische reactie met het licht die de foto deed ontstaan. Bij een digitale opname wordt die reactie elektronisch vastgelegd, maar bij de klassieke fotografie ontstaat er een negatief dat bij het ontwikkelen op de film wordt vastgelegd. En dat heeft alles met zilver te maken, want het licht reageert met het zilverbromide in de film en vormt dan zeer fijne deeltjes zilvermetaal. Die deeltjes zijn zwart en hoe meer licht hoe zwarter het beeldnegatief. Bij afdrukken van het negatief ontstaat het positief: hoe donkerder een onderwerp op het negatief hoe lichter op de afdruk, net zoals de werkelijkheid zich door de lens van de camera manifesteerde.

Een kleine 25 % van de 16 miljoen kilo(!) zilver die jaarlijks wordt gewonnen wordt gebruikt in de fotografie, maar die hoeveelheid neemt af naarmate de digitale fotografie populairder wordt. Lichtgevoelige zilververbindingen worden ook gebruikt in meekleurend glas voor, bijvoorbeeld, zonnebrillen. Ook hier veroorzaakt (fel) licht de vorming van zwarte zilverdeeltjes, die vervolgens een gedeelte van het licht voor de ogen absorberen. Een slimme reactie met koperchloride zorgt ervoor dat bij minder invallend licht de reactie omkeerbaar is: de brillenglazen laten weer meer licht door.

## Met zilver kan men...

Met zilver kan men een spiegel maken door een zeer dun laagje zilver op glas aan te brengen. Ook de meeste thermosflessen bevatten een glinsterende zilverspiegel om de "warmtestraling" binnen te houden. Zilver kan stroom leveren: samen met zink of cadmium wordt het gebruikt in de knoopbatterijtjes van camera's, horloges en meetapparatuur. Zilver of verzilverde metalen werken uitstekend als elektroden en elektrische contacten. In feite heeft zilver het grootste elektrische- en warmtegeleidingsvermogen.

's Winters hebben we op een andere manier te maken met zilver: voor de productie van antivries (ethyleenglycol) wordt zilver toegepast als katalysator.

Zilvermetaal heeft een dichtheid van 10,5 en smelt bij 962 °C. Het is iets harder dan goud maar ook makkelijk vervormbaar, pletbaar en rekbaar, dus ideaal voor het maken van sieraden. Natuurlijk is zilver een geliefd metaal voor het slaan van munten, penningen en medailles. Daarvoor wordt zilver dan met koper of andere metalen harder gemaakt. Ook zilveren of verzilverd bestek wordt net als vanouds tot de luxe toepassingen gerekend.

Maar weinig mensen weten dat zilvermetaal in de vorm van kleine schubjes wordt toegepast als glinsterpigment in cosmetica en zelfs in decoratieve suikerwaren! Veel mensen weten wel dat ze "zilveren" vullingen in hun mond hebben: dat is het duurzame zilveramalgam, dat tegenwoordig veel minder wordt toegepast omdat er de veel mooiere "witte vullingen" zijn gekomen. Of die witte vullingen net zolang meegaan als amalgam staat overigens nog helemaal niet vast.

Vanouds werden en worden nog steeds, in verdunde vorm, zilverhoudende verbindingen gebruikt als desinfectiemiddel voor water, de keel, de ogen, in brandzalf, tegen geslachtsziekten. Een heel verdunde oplossing van zilvernitraat kun je toepassen als speciaal conserveermiddel: toegevoegd aan bloemenwater blijft het water een stuk frisser en snijbloemen (iets) langer vers. In geconcentreerde vorm dient het als wrattenstift. Dat laatste

heeft een hoog percentage zilvernitraat met etsende werking. De veelzijdigheid van zilver blijkt ook uit de toepassing van zilverjodide bij het opwekken van regen uit wolken die maar niet spontaan hun water los willen laten. En voor hen die maar niet van het roken af kunnen komen zijn er anti-rookpastilles, die hun walgelijke smaak tijdens het roken danken aan zilveracetaat.

## Zilver in de aardkorst

Met 0,07 gram per ton is zilver een zeldzaam metaal in de aardkorst. De hoeveelheid koper is duizend maal groter, maar aan de andere kant is er toch 20 keer zoveel zilver als goud. Als zilver moest worden gewonnen uit gewoon gesteente zou dat onbegonnen werk zijn, dus is het maar goed dat er ertsen bestaan waarin het zilver is geconcentreerd en waaruit het gemakkelijk kan worden gewonnen. De rijkste zilverertsen, zoals in het verleden uitgebuit, bevatten vaak meer dan 20 % zilver, en uit oude verslagen kunnen we lezen dat er soms wel honderden kilo's puur zilver per dag uit een ader in een klein mijntje werden gehaald. Tegenwoordig kan een ertsvoorkomen met 0,01 % zilver al lonend ontgonnen worden.

## Historie

Zilver is na goud een van de oudst bekende metalen. Al 5000 jaar geleden werd het in Egypte, in het huidige Irak en in het verre Oosten gewonnen en gebruikt. In die tijd was het zeldzamer dan goud. Dat veranderde toen de oude Grieken in Laurion op grotere schaal zilver gingen winnen. Xenophon schrijft (ca 400 jaar vC) dat die mijnen in zijn tijd al zeer oud waren maar nog volop zilver leverden. De Romeinen namen de zilverwinning in Laurion over en vlak voor het begin van onze jaartelling werden ze als uitgeput beschouwd. (De in zee gedumpte mijnslakken leveren de hedendaagse verzamelaar nog bijzondere mineralen). Maar inmiddels hadden die Romeinen in hun uitgebreide rijk andere zilverbronnen aangeboord. Een van de rijkste bronnen werd gevonden in Spanje, toen tijdens een bosbrand het erts aan de oppervlakte smolt en het zilver letterlijk als een zilveren beekje van de helling stroomde.

Na de val van het Romeinse Rijk werden vrijwel alle mijnen verlaten en pas na de Middeleeuwen gedeeltelijk heropend. Langzamerhand werden nieuwe ontdekkingen van zilver gedaan. In Duitsland werden vooral in de Harz, het Zwarte Woud en het Ertzgebirge spectaculaire en rijke voorkomens gevonden. Namen als Wieden, Wittichen, Rammelsberg, St. Andreasberg, Clausthal, Mansfeld, Schneeberg, Annaberg, Freiberg (afb. 1), St. Joachimsthal en in de Vogezen Ste Marie-aux-Mines zijn tot op de dag van vandaag beroemd om de rijke voorkomens en



Afb. 1. Postzegel van de DDR uit 1969, met draadzilver op calciet uit Freiberg, Sachsen.

prachtige zilvermineralen die ze geleverd hebben. Te zien in de grote musea en soms nog wel te koop als bescheiden specimens op veilingen en beurzen. Af en toe worden in "uitgeputte" oude ertsaders of storthopen van die mijnbouwstreken door amateurs nog wel eens aardige mineralen gevonden, vooral ook rond Schneeberg. Maar het is duidelijk minder dan eertijds, toen hertog Albrecht in 1477 zijn lunch geserveerd kreeg in de mijn Georg, waarbij de gerechten werden opgediend op een natuurlijk blok zilver van meer dan 2 bij 3 bij 1 meter.

In St. Joachimsthal werd vanaf 1516 zilver gevonden, en wel meteen zoveel dat het stadje beroemd werd om zijn zilveren munt, de Joachimsthaler, kortweg *thaler*. Onze daalder en de dollar zijn afgeleid van de *thaler*. De filosoof, theoloog en arts Sjors de Boer, beter bekend als Georgius Agricola vestigde zich als arts en apotheker in 1527 in het zilverstadje en groeide uit tot de meest gezaghebbende mijnbouwkundige en mineraloog van zijn tijd. Veel later zou St. Joachimsthal beroemd worden voor zijn uraniumertsen en de bijbehorende ontdekking van radium en de radioactiviteit door Marie en Pierre Curie.



Afb. 2. Postzegel van Tsjechoslowakije (1967) met de grote schacht in Pribram, Tsjechië.

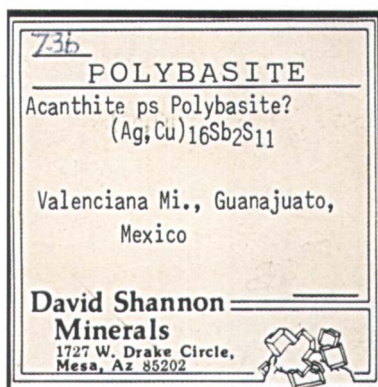
Niet ver daarvandaan, in Pribram (afb. 2), vond men al vanaf de 13<sup>e</sup> eeuw zilver, en zeer rijke lood- en zilverertsen vanaf 1544. In 1875 werd daar een wereldrecord schachtdiepte gevestigd: 1000 meter diep.



Afb. 3. Noorse postzegel ("Noreg") uit 1998 met prachtig draadzilver (*sølv*) uit Kongsberg.

Duitse mijnwerkers werden naar Kongsberg (afb. 3), bij Oslo in Noorwegen, gehaald om daar zilver te winnen uit de in 1623 ontdekte voorkomens. Het verhaal gaat dat een os zijn hoorns tegen de rotsen schurkte en daar glimmend zilver vanaf schraapte. Kongsberg werd een beroemde mijn en leverde zilver tot in 1957. De Spaanse veroveraars vonden zilver in Mexico vanaf 1522. De onvoorstelbaar rijke zilverdistricten Zacatecas, Guanajuato (afb. 4) en Batopilas wisten de Spaanse koningen op waarde te schatten. Zoals we weten deed Piet Hein dat ook, hij kaapte met Mexicaans zilver volgelanden Spaanse schepen voor gewin naar Holland.

Afb. 4. Etiket van handelaar (David Shannon) in Arizona, USA, voor Polybasiet, met chemische formule, uit de Valenciana mine, Guanajuato, Mexico.



Tot voor kort leverden de vele honderden zilvermijnen in Mexico niet alleen veel zilver maar ook prachtige zilvermineralen. Bolivia en Peru zijn ook rijke zilverlanden, die al door de Spanjaarden werden ontdekt. Misschien wel de oudste winning van zilver (en koper) werd gedaan door Indianen in Michigan, USA. Er zijn archeologische vondsten van primitieve mijnbouw die meer dan 6000 jaar oud zijn. In 1844 begonnen de kolonisten daar op grote schaal koper en zilver te winnen. Maar ook op vele andere plaatsen in de Verenigde Staten werd of wordt nog zilver gewonnen: in Arizona (Bisbee e.a.), California, Colorado (Aspen, Leadville, Silverton, e.a.), Idaho (Wallace, Silver district) en Montana (Butte). Een opsomming zou uit meer dan duizend mijnen en claims bestaan! In Canada zijn er beroemde zilverbieden: die van Cobalt, Great Bear Lake, Thunder Bay. In Australië is Broken Hill (afb. 5) een befaamde zilvermijn en uit Chanarcillo, Chili, kwamen de mooiste proustieten.



Afb. 5. Australische postzegel met schacht van de beroemde Broken Hill mine (links: Aboriginal-tekeningen).

## Naam

Zilver, silber, silver, lijkt van het oude (Perzische?) *siolfor* te komen. Het chemisch symbool voor zilver (Ag), afb. 6, werd afgeleid van *argentum* (Latijn) of *argyros* (Grieks). Het Franse *argent* voor (zilver)geld wijst daar direct naar terug. De mineraalnamen Argentiet, Argentojarsiet, Argentopyriet, Allargentum, Argyrodiet, Bromargyriet, Chlorargyriet, Pyrargyriet, e.a. zijn natuurlijk gegeven naar het zilver dat ze bevatten. Het Zuid-Amerikaanse land Argentina kreeg haar naam omdat de Spanjaarden dachten dat aan de oevers van de mooie, zilverachtige rivier de Rio de la Plata vast ook wel zilvermetaal te vinden zou zijn. Maar dat viel nog tegen.



Afb. 6. Mexicaanse postzegel met o.a. het symbool Ag.

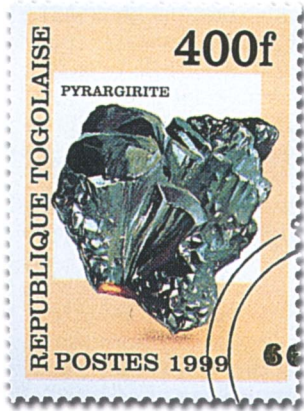
In bijna alle genoemde vindplaatsen kwam puur ("gedegen") zilvermetaal voor. Fantastische stukken met zilver in de vorm van draden, draadpakketten, skeletkristallen en platen, vormen de door de verzamelaar begeerde stukken. Ook vandaag nog zijn fijn vertakte, skeletachtige en draadvormige zilvers van vele vindplaatsen verkrijgbaar.

## Zilverertsen

Niet alleen gedegen zilver, maar zilver in de vorm van een aantal belangrijke zilverertsen vormen de grondstoffen van de zilverwinning. De belangrijkste zilvermineralen van die ertsen waren, behalve gedegen Zilver, Argentiet, Chlorargyriet, Freibergiet, Pyrargyriet (afb. 7), Proustiet, Polybasiet, en Stephaniet. Maar sinds de uitputting van deze rijke zilverertsen wordt zilver tegenwoordig gewonnen uit zilverhoudend looderts (Galeniet), en zilverhoudend Tennantiet-Tetraëdriet.

## Zilvermineralen en de verzamelaar

Zilver vormt een groot aantal zelfstandige zilvermineralen. In 1981 telde het tijdschrift LAPIS 90 verschillende zilvermineralen, in 2003 was dat al opgelopen tot 135 officieel door de IMA erkende zilvermineralen. Op grond daarvan zou je verwachten dat de gevorderde verzamelaar een groot aantal verschillende



Afb. 7. Postzegel van Togo uit 1999 met Pyrargyriet.

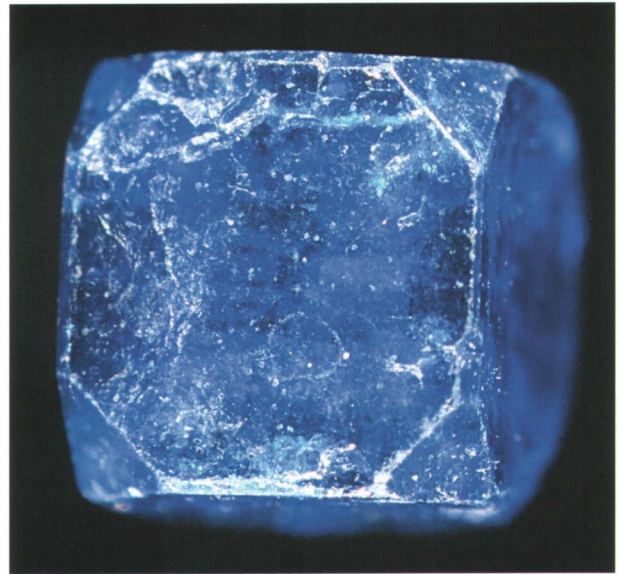
zilvermineralen zou kunnen verzamelen. Bij een inventarisatie van de diverse zilvermineralen in het bezit van leden van de GEA-werkgroep Micromounts blijkt, dat men daar gemiddeld zo'n 12 soorten bezit (uitschieters waren de leden met 23 en 41 verschillende zilvermineralen). Hoe komt het dat zelfs gevorderde micromounters

betrekkelijk weinig verschillende zilvermineralen bezitten?

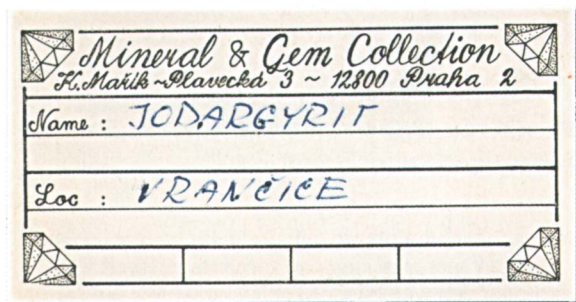
Dat komt omdat veel van die 135 mineralen erg zeldzaam zijn en ook veel van die mineralen erg op elkaar lijken. Dat is goed te begrijpen als je beseft dat 115 van die 135 zilvermineralen tot de zilver-sulfiden behoren, een groep mineralen met bijna allemaal een grijs, metaalachtig uiterlijk. Bovendien zijn er honderden sulfiden die geen zilver bevatten, maar er wel net zo uitzien. Duidelijke kristallen in die groep zijn soms, maar niet al te vaak aanwezig. Dat maakt het moeilijk of onmogelijk van sulfidemineralen zonder duidelijke kristallen op het oog of met de microscoop een min of meer betrouwbare determinatie te geven. Een typische paragenese kan wel eens een goede aanwijzing leveren, maar betrouwbare determinatie kan eigenlijk alleen met geavanceerde middelen. De verzamelaar is dus aangewezen op een goede en betrouwbare leverancier van zijn stukken.

### Systematisch overzicht

Zeven zilvermineralen worden tot de elementen & legeringen gerekend. Zilver zelf (afb. 8), en een vijftal zeldzame zilver-kwikverbindingen ofwel zilveramalgamen. Moschellandsbergiet is de "bekendste" ervan. Allargentum is een legering van zilver met antimon.



Afb. 9. Boleiet, 6 mm, Amelia Mine, Baja California Sur, Mexico.



Afb. 10. Fraai etiket voor Jodargyriet uit Vrančice (bij Příbram, Bohemen) van de Tsjechische verzamelaar Marik te Praag.



Zilver houdt absoluut niet van zuurstof. Er zijn dan ook maar twee, onaanzienlijke en zeldzame, zilveroxiden: Auroriet en Stetefeldtiet. Argentojarosiet is het enige zilver-sulfaat.

Onder de halogeniden vinden we 10 zilvermineralen. Vier daarvan bevatten ook kwik, zoals Tocornaliet. Boleiet is een interessant en prachtig blauw gekleurd lood-zilverkoperoxychloride. Afb. 9. Dit mineraal wordt ook gevonden in oude zilverhoudende mijnslakken die gereageerd hebben met (zee)zout. Zilverjodide, -bromide en -chloride heten als mineraal Jodargyriet (afb. 10), Bromargyriet en Chlorargyriet. Dit zijn eigenlijk de geologische fotochemicaliën die, in fijn verdeelde vorm, lichtgevoelig zijn. Als mineraal vormen ze gelige en groene afgeronde aggregaten en kristalletjes met een typische, heldere wasglans. Vooral Chlorargyriet kwam wel voor als exploitbare ertsafzettingen die vroeger een rijke bron van zilver vormden.

De overige 115 zilvermineralen behoren allemaal tot de sulfiden. Sulfiden zijn verbindingen van een of meer metalen met zwavel (sulfur) of met de aanmerkelijk zwaardere

Afb. 8. Krul van gedegen zilver, breedte 5 mm, Bulldog Mine, Creede, Colorado, USA.



Afb. 11. Pyrargyriet, op chalcopyriet en calciet. Breedte beeldveld 3 mm, Nabob Mine, Lawson, Clear Co, Colorado, USA.

plaatsbekleders van zwavel, namelijk arseen, antimoon, seleen, telluur en bismut. In symbolen S, met de plaatsbekleders As, Sb (stibium = antimoon), Se, Te en Bi. Zo zijn er zilver-sulfiden, zilverarseniden, -antimoniden, -seleniden, -telluriden en -bismuthiden. Maar vooral ook verbindingen van zilver met zowel zwavel als arseen of zilver met zwavel en bismut, etcetera. Op die manier zijn er, afhankelijk van het geochemisch milieu, vele zilver-sulfiden mogelijk en inderdaad ook als mineraal te vinden.

Er zijn 36 zilver-antimoon/zwavelmineralen. De belangrijkste zijn Andoriet, Antimonpearceiet, Dyscrasiet, Freibergiet, Freieslebe-



Afb. 12. Zeer fraai 19e eeuwse etiket van de Universiteit van Praag voor Stephaniet uit de Anna-groeve te Příbram, Bohemen. De tekst noemt ook Argentiet- en Barietkristallen op dit stuk.

niet, Polybasiet, Pyrargyriet (afb. 11), Pyrostilpniet, Stephaniet (afb. 12), Tetraëdriet. Vaak in goede kristallen, waarbij vooral Pyrargyriet, Polybasiet en Tetraëdriet kunnen uitblinken in schoonheid.



Afb. 13. Postzegel van de DDR (1972) met mooie Proustietkristallen van Schneeberg.

Er zijn 25 zilver-arseen/zwavelmineralen. De belangrijkste zijn Pearceiet, Proustiet (afb. 13), Tennantiet (afb. 14), Xanthoconiet. Proustiet zou men wel de koningin der zilvermineralen mogen noemen. Met haar vlammend rooddoorschijnende kristallen steelt ze in ieder geval de show. Mooie Proustietkristallen zijn dan ook felbegeerd, maar door de schaarste moeilijk (of duur) te verkrijgen. Maar als micromounts zijn er voldoende! Zie de voorplaat, waarop een Proustiet-micromount uit Marokko is afgebeeld. Het Zwitserse mijntje Lengenschbach is wereldberoemd om zijn bijzondere koper-, lood- en zilver-arseen/zwavelmineralen. Klein, fijn en zeldzaam zijn de zilverhoudende Lengenschbachmineralen Baumhaueriet, Hatchiet, Lengenschbachiet, Marriet, Quadratie, Trechmanniet en Wallisiet. In heel andere milieus vinden we zilver-bismut/zwavelmineralen. Er zijn er meer dan 20, waaronder Gustaviet, Heyrovskiyet, Matidiet en Ourayiet.

Seleen en telluur vinden we in maar weinige, bijzondere, milieus. Zilver-seleniden of -telluriden zijn dan ook heel bijzonder, en er zijn er wel 30 van! De mijnen bij het woestijnstadje Moctezuma in Mexico zijn er beroemd om. Maar om te zeggen dat die mineralen er spectaculair uitzien .... nee. Dat is anders met goud dat op vrij veel vindplaatsen seleniden en telluriden vormt. Soms vindt men er goud-zilver-seleniden/telluriden zoals Hessiet, Krenneriet, Petziet en Sylvaniaet. Ten opzichte van puur goud is er maar buitengewoon weinig van deze edele mineralen, vandaar dat verzamelaars het al warm krijgen bij het horen van deze mineraalnamen.

Een grote minderheid (20 van de 115 stuks) zilver-sulfiden bevat alleen zwavel (zonder As, Sb, Se, Te, of Bi). Acanthiet, Argentiet (afb. 15), Argentopyriet en Stromeyeriet zijn de bekendste en meest voorkomende van deze "kale" zilver-sulfiden. Argentiet wordt gevormd bij temperaturen tussen 200 en 300° en is niet stabiel beneden 178 °C. Het verandert dan spontaan (kristalliseert om) in Acanthiet. Het "Argentiet" in verzamelingen zou dus eigenlijk niet meer zo mogen heten omdat het in feite Acanthiet is geworden. Heel correct zou je het materiaal Acanthiet pseudomorf naar Argentiet kunnen noemen. Acanthiet (Argentiet) kan ook. "Argentiet" was en is een belangrijk zilvererts.

#### Een andere kijk .....

Die groep zilver-sulfiden kun je ook bekijken vanuit het gezichtspunt van de metalen die samen met zilver die zilver-sulfiden vormen, want zilver doet het niet vaak alleen! Lood en koper zijn dikke maatjes van het zilver in de sulfiden; zo zijn er 39 lood-zilver-sulfiden en ook 39 koper-zilver-sulfiden. Daarbij zitten 13 lood-koper-zilver-sulfiden.

IJzer is veel minder in trek: er zijn "maar" 15 ijzer-zilver-sulfiden, waarvan 10 nog erg zeldzaam ook. Daar staat tegenover het veel voorkomende en belangrijke stel Tennantiet en Tetraëdriet.



Afb. 14. Tennantiet, de arseenrijke vorm van vaalerts, in mooie tetraëdrische kristallen; met fijnkorrelige pyriet, lichtroze rhodochrosiet en kleurloze kwarskristallen. Breedte beeldveld 8 mm. Casapolca, Peru.

### Literatuur

[www.mindat.org/chemsearch](http://www.mindat.org/chemsearch)

diverse auteurs in LAPIS; 6(1981)6-34. (Themanummer Silber);  
diverse auteurs in LAPIS; 28(2003)13-74. (Přibram en zilver);  
diverse auteurs in the Mineralogical Record; 17(1986)3-80. (Themanummer Silver).

*Mineralen, postzegels en etiketten uit de verzameling van de auteur.*

Foto's: Piet Stemvers.

Kwik, goud, tin, zink en het buitenbeentje thallium vormen elk zo'n 5 combinaties met zilver in de zilver sulfiden. In het zilver sulfide Argyrodiet werd het metaal germanium ontdekt.

Hoe je het ook bekijkt, vanuit historisch, systematisch of chemisch gezichtspunt, zilvermineralen zijn geen gemakkelijke, maar wel interessante verzamelobjecten.



Afb. 15. Argentiet; breedte van de groep 16 mm, ribbe van grootste kristal: 4 mm. Guanajuato, Mexico.

## GEOCOMpositie 2

### Niet-biogene 'galsteen' eindelijk gevonden

Zelden is iemand blij bij de ontdekking van galstenen. Voor Stephen Grasby, een geoloog van de Geologische Dienst van Canada, was het echter een opwindende ervaring. Hij vond namelijk als eerste 'galsteen' die door natuurlijke oorzaken in water was neergeslagen. Galsteen bestaat voornamelijk uit een vateriet, een polymorf van  $\text{CaCO}_3$ .

$\text{CaCO}_3$  is een stof die het belangrijkste bestanddeel vormt van kalksteen in de vorm van het mineraal calciet, en die ook veel voorkomt in de schaaltes van schelpdieren in de vorm van het mineraal aragoniet.

Het vateriet, een zeldzaam hexagonaal mineraal dat wetenschappelijk bekend staat als  $\text{?}-\text{CaCO}_3$ , is tot nu toe enkele keren in de natuur aangetroffen, maar steeds waren er redenen om aan te nemen dat er levende organismen aan de vorming te pas waren gekomen. Dat was bij de vondst van Grasby niet het geval. Dat blijkt onder meer uit de verhouding tussen de koolstof-isotopen C-12 en C-13. In de bronnen zijn bovendien sulfaatreducerende bacteriën aanwezig, zodat methanogenese (een proces dat het ontstaan van organisch vateriet mogelijk maakt) zeer onwaarschijnlijk is. Het neergeslagen vateriet bestaat uit afgeronde tot bolvormige deeltjes van 2-10 micron, die zijn opgebouwd uit

kleine bolletjes (van minder dan een halve tot 2 micron). De deeltjes zelf komen deels als zelfstandige partikels voor, deels in de vorm van ketens.

Grasby vond het mineraal als chemisch neerslag in zwavelrijk bronwater bovenop een ijspakket op Ellesmere Island, in het hoge noorden van Canada. In het water werden ook calciet en gips aangetroffen. De lokale omstandigheden waren - zoals bekend uit laboratorium-experimenten - zeer gunstig voor het neerslaan van vateriet: zeer basisch water (pH = 7,3-9,5) met een uitzonderlijk lage temperatuur (1-2 °C). Uit isotopen-analyse blijkt bovendien dat het vateriet vooral in de koude seizoenen werd gevormd.

De vondst van dit vateriet kan belangrijke consequenties hebben voor het inzicht in de omstandigheden waaronder carbonaten onder extreme omstandigheden neerslaan; daarmee wordt dan tevens mogelijk meer duidelijk over de omstandigheden waaronder zogeheten extremofielen (organismen die leven onder extreme omstandigheden) zich kunnen ontwikkelen. Dat betreft dan niet alleen de aarde, maar mogelijk ook andere planeten waar vergelijkbare omstandigheden voorkomen.

In dit kader is het vooral interessant dat de omstandigheden waaronder grondwaterstromen op de vindplaats voorkomen, sterk lijken op de grondwatercondities die wel voor Mars (en mogelijk ook de maan Europa) worden overwogen.

Grasby, S.E., 2003. Naturally precipitating vaterite ( $\text{?}-\text{CaCO}_3$ ) spheres: unusual carbonates formed in an extreme environment. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 67, p. 1659-1666.

A.J. van Loon