



▲ Afb. 1. De Baai van Pacha Limani, aan de kust van Lavrion, in Zuidoost-Griekenland.

## Mineralogie

# Bizarre vormen van fluoriet

door Jacques Feijen

j.feijen@hotmail.com

Ik ken veel verzamelaars van mineralen. Maar ik heb er nog nooit één ontmoet die geen fluorietkristal in zijn of haar verzameling heeft. Blijkbaar heeft iedereen wel een speciale voorliefde voor fluoriet. Ik kan niet precies beschrijven wat daar de reden van kan zijn. Is het de perfecte kubische vormgeving? Zijn het de vaak prachtige kleuren waarin dit mineraal zich hult? Of de mooie fantoomverschijnselen? Ik zou het echt niet weten. Maar het staat voor bijna iedere verzamelaar als een paal boven water: een fluorietkristal hoort eruit te zien als een volmaakte kubus, of als je geluk hebt een octaëder! Nou, ik hoop u ervan te overtuigen dat dat niet altijd het geval is. En dan heb ik het niet over onvolmaaktheden in een fluorietkristal.

Nee, ik heb fluorietkristallen gevonden die in de verste verte niet lijken op fluoriet! In sommige opzichten doen ze soms denken aan de skeletachtige vormen die men bij hoge uitzondering in de Eifel kan aantreffen. Maar daar houdt iedere vergelijking wel mee op. De kristallen die ik in dit artikel aan u wil laten zien, zijn allemaal afkomstig van een van de beroemdste vindplaatsen van slakkenmineralen ter wereld: de Baai van Pacha Limani (afb. 1), aan de kust van Lavrion, in Zuidoost-Griekenland.

## Pacha Limani en fluoriet

Het is bekend dat er méér vindplaatsen van slakkenmineralen zijn, maar nergens ter wereld tref je deze bizarre vormen aan. Althans, tot nu toe nog niet. Zoals bekend dankt het Oude Griekenland zijn rijkdom en macht aan de zilverwinning in het gebied van Lavrion. De hoogtepunten van deze mijnbouw lagen vooral in de 6<sup>e</sup> tot 4<sup>e</sup> eeuw voor Christus. Daarna kende dit gebied wederom een grote bloeiperiode vanaf de 19<sup>e</sup> eeuw tot 1977, toen de laatste mijn werd gesloten.

De gewonnen ertsen werden in de ovens die o.a. gelegen waren aan de Baai van Pacha Limani, verwerkt tot zogenaamd werklood. In Lavrion is het voorkomen van zilver bijna altijd gebonden aan het voorkomen van lood. Uit dit werklood werd met cupellatieovens het zilver gewonnen (zie kadertekst).

De overgebleven slakken werden in grote hoeveelheden in de baai gegooid. Hoewel ze bijna allemaal in de 19<sup>e</sup> eeuw weer zijn opgevist om nogmaals gesmolten te worden, zijn er gelukkig nog flink wat blijven liggen. En daar heb ik er heel wat van opgedoken en gebroken, om ze op hun eventuele inhoud te onderzoeken.

Het meest bizar zijn de soms optredende vormen van fluoriet! De oorzaak dat deze vormen vooral in de slakken van Pacha voorkomen, is gelegen in het feit dat de aanvoer van de ruwe ertsen afkomstig is uit mijnen die in het achterland van deze baai gelegen zijn en die rijkelijk voorzien waren van fluoriet. Dus ook in het gewassen en gezuiverde ertsconcentraat zijn restanten blijven zitten van fluoriet.

## Een poging tot theorie

Hoewel ik in de loop van vele jaren heb geprobeerd uit te vinden hoe deze bizarre vormen konden ontstaan, is het niet gelukt een duidelijk antwoord te vinden. Wel mogen we aannemen dat de vorming van de fluorietkristallen vrij snel gegaan moet zijn, omdat goed gevormde kubische kristallen zeer zeldzaam zijn. Gelukkig heeft Dipl.-Ing. Kurt A. Rösenberg hier veel onderzoek naar gedaan. Sinds 1970 verdiept hij zich in wetenschappelijk onderzoek naar de oxidatie van ertsen in slakken. Vooral de slakkenvoorkomens van Pacha Limani heeft hij intensief onderzocht.

Slakken als afvalproduct van metaalwinning bezitten een silicatische matrix met een poreuze structuur. Hierin zitten dus ook nog eventuele resten van metalen en toeslagproducten. Deze stoffen zijn in slakken altijd onregelmatig verdeeld. In sommige slakken tref ik naast flinke brokken lood ook nog restanten aan van goed herkenbaar houtskool. Daar werden de ovens natuurlijk mee gestookt. Op dit moment staat de stand van zaken voor Pacha Limani op 54 erkende mineralen. In dit artikel beperken we ons tot fluoriet.

Op het ogenblik dat een slak in de zee wordt geworpen, vullen de holtes in de slak zich geleidelijk met zeewater. In het begin heersen in alle holtes daarom dezelfde condities, die gevormd worden door het zeewater en de daarin aanwezige ionen.

Zeewater is vrij agressief en begint spoedig de ingesloten restanten van metalen en andere elementen op te lossen. Er vormt zich een evenwichtstoestand tussen de oplossing in de holtes en het vaste lichaam van de slak. Als het nieuwe evenwicht wordt beschouwd als een afgesloten systeem, dan kan men in de slak een drietal dominantiesystemen onderscheiden:

- het calciet-dominantie systeem;
- het fluoriet-dominantie systeem;
- het zeewater-dominantie systeem.

Uitgaande van dit beginsysteem kan er chemisch heel veel gebeuren. In dit artikel laat ik dit verder buiten beschouwing. Het pH-niveau, de CO<sub>2</sub>-activiteit en nog meer factoren spelen hierbij een grote rol. Kristallisaties van fluoriet ontstaan in een gebied waar de pH-waarden tussen 7,36 en 8,15 liggen. En dat levert soms verrassende sculpturen op!

Ik laat u er graag een aantal zien die ik de afgelopen jaren in sommige slakken van Pacha Limani heb aangetroffen. Heel vaak krijgen deze fantasievolle fluorieten van mij ook echte bijnamen. U zult mij dit kinderachtige gedrag wel willen vergeven... hoop ik.

### Tot slot

Omdat in een holte van een slak de dominantiesystemen soms veranderen, is het mogelijk dat fluoriet overgroeid raakt met calciet en aragoniet. Ook kunnen zelfs pseudomorfofen ontstaan, waarbij het fluoriet volledig door calciet of aragoniet wordt vervangen. Dat is met het



▲ Afb. 2. Proces van zilverwinning in een cupellatie-oven.

### Cupellatie uitgelegd

Cupellatie is het proces waarmee men edele metalen zoals zilver kan scheiden van onedele metalen zoals lood. Eerst wordt het ruwe werklood in een cupellatie-oven (afb. 2) op een temperatuur van ruim 1000 graden Celsius gebracht. Doordat er een voortdurende stroom van lucht, d.m.v. blaasbalgen, over het gesmolten mengsel wordt geblazen, oxideert het lood tot het loodoxide litharge (PbO). Hierdoor ontstaat er boven op het gesmolten erts een laagje dat gemakkelijk kan worden weggeblazen door de balgen. Zilver oxideert niet en blijft dus achter in zuivere vorm in de smeltkroes. Door steeds weer nieuw werklood toe te voegen, kan na geruime tijd de smeltkroes bijna geheel zijn gevuld met bijna zuiver zilver. Men moet bedenken dat ongeveer 1000 kg werklood nodig was om ruim 2 kg zilver te winnen! De litharge werd opnieuw in de smeltovens gesmolten tot lood.

oog niet meer waar te nemen, maar met behulp van korte golf uv-licht zijn deze veranderingen vaak wel zichtbaar te maken.

*Alle foto's zijn van de auteur.*

►► Bijschrift fotopagina's (pag. 70-71):

Fluorietkristallen. Collectie en foto's: Jacques Feijen (m.u.v. de eerste foto, zie ook de voorplaat); beeldbreedte 1-4 mm.

Fotopagina links, v.l.n.r.: De Tulp (Collectie: To & Harie Paulsen); Bubbels; De Hemelboog; Gewei; Scepter; Alien; Die Tirolerin; Le Cyclop.

Fotopagina rechts, v.l.n.r.: Der Fisch; Paddo; Doggy; Koraal; Icecream; Fluoriet bedekt met metaalafzetting; Penguin with eggs; Huisjesslak.



