

Lavrion: nog steeds geliefd bij mineralenzoekers

door Joke Stemvers-van Bommel

Uit toeristisch oogpunt zijn Lavrion en omgeving, met de Poseidontempel te Sounion als driesterrentrekleister, een heel aantrekkelijk gebied. Er komen dan ook vele zee- en zoonabbidders, maar ook heel wat mineralenzoekers, want "Lavrion" is een wereldberoemde vindplaats. Door deze grote belangstelling wordt, zoals bij zovele bekende mineralenvindplaatsen, de spoeling steeds dunner. Maar toch -- hoop doet leven en zeker op micromountschaal is voor de geduldige en volhardende zwoeger nog best wat weggelegd.

Uit het voorgaande artikel bleek, hoe sterk de streek om Lavrion in het teken van de mijnbouw heeft gestaan. Van die activiteiten is nog heel veel terug te vinden, vooral in de vorm van storthopen. Het is naar deze dumps dat de belangstelling van velen zich richt.

Verschillende parageneses

De mineralen die in de omgeving van Lavrion (zie afb. 1) op de storthopen voorkomen vormen een gevarieerd gezelschap: primaire erts- en gangmineralen; secundaire mineralen uit de verweringszone en, eveneens secundaire, mineralen op slakken en ander gestort materiaal.

De primaire ertsvoorkomens zijn ontstaan onder de hydrothermale invloed van enkele magmahaarden, waarvan er een bij Plaka dagzooft (zie afb. 2 bij vorig artikel). Deze ertsen zijn in verschillende fasen tot stand gekomen. De oudste ertsfase leverde ijzer/mangaanerts, met Mg-ankeriet en rhodochrosiet, en als gangmineralen bariet, fluoriet en kwarts. Door oxidatie komt veel limoniet en pyrolusiet voor; er is veel dolomitatie van marmar. De hoofdfase van ertsvorming leverde BPG: Blende = staleriet, Pyriet en Galeniet. Ook kleine hoeveelheden As-, Bi-, Cu-, Ni- en Co-sulfiden en pyrrhotien komen voor. Gangmineralen zijn bariet, fluoriet, ankeriet en kwarts. Vaak komen de ijzer/mangaan- en de BPG-paragenese samen, of alterneren, voor.

Door oxidatie van de primaire BPG-sulfiden, onder atmosferische omstandigheden, ontstonden vele secundaire carbonaten en sulfaten van lood, zink en koper, zoals cerussiet, smithsoniet, calamiën (dat waarschijnlijk ook gedeeltelijk hydrothermaal gevormd is), anglesiet, jarosiet, malachiet.

De BPG-vererfsingen bevatten, zoals gezegd, ook kleine hoeveelheden sulfiden met As, Bi, Ni en Co. Tegenwoordig met de sulfiden van koper, lood en zink, ontstonden door oxidatie vooral carbonaten, sulfaten en arsenaten met mineraalsamenstellingen, die weinig algemeen zijn en die bovendien vaak fraai uitgekristalliseerd en fel gekleurd zijn, zoals serpieriet (kleurenfoto FF, Harz), annabergiet, adamiet, konichalciet, scorodiet, oliveniet, mixiet. Door het voorkomen van kleine hoeveelheden zeldzame aarden werden mineralen als agardiet-La (lanthanium) gevormd. Al deze mineraalsoorten zijn geliefkoosde verzamelobjecten; verscheidene ervan zullen hier worden beschreven en worden afgebeeld in de kleurenfoto's A tot en met P. Op de voorplaat is een uitgebreid gezelschap van deze secundaire mineralen te zien.

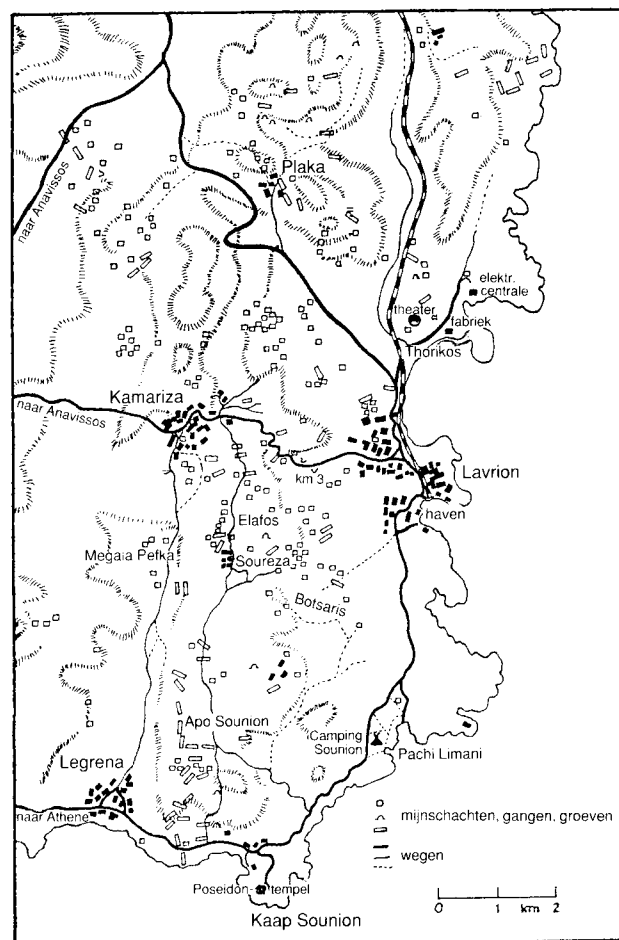
De derde groep Lavrionmineralen is vanuit verzamelaarsoogpunt het meest curieus, zij het niet steeds spectaculair. Het zijn nieuwvormingen op slakkenmateriaal, dat in de Oudheid in de zee werd gestort. Het nog aanwezige koper, lood en zink in de slakken reageerden in de loop der eeuwen met het zeezout tot chloriden, chloorhydroxiden en -hydraten, die soms voor het eerst in deze omgeving zijn gevonden of zelfs uniek zijn. Ondanks hun niet ge-

heel onbesproken herkomst (ze zijn immers ontstaan via menselijke tussenkomst en dat wordt niet unaniem als 100% natuurlijk beschouwd) worden de meeste van deze verbindingen tegenwoordig officieel als mineralen aangemerkt. Tot deze slakkenmineralen behoren o.a. cumengeiet (is ook een Harzmineraal, zie kleurenfoto T); boleiet en diableiet (kleurenfoto U); laurioniet (zie kleurenfoto V); paralaurioniet; matlockiet; penfieldiet, fiedleriet; nealiet; mammothiet; thorikosiet. Nieuwe species worden nog steeds gevonden.

Deze slakkenmineralen hebben over het algemeen zeer kleine kristallen gevormd, die in de holten van gasblazen in de slakken zitten: naaldjes, plaatjes, prisma's, of overkorstingen. Er is door mineralenverzamelaars al veel naar de antieke slakken in zee gezocht. Bovendien zijn enkele goede vindplaatsen door de aanleg van haven- en overslagplaatsen verdwenen. De vindstomogelijkheden zijn dan ook nog maar beperkt. De beste vindplaats schijnt momenteel nog de N-kant van de baai Pacha Limani te zijn, waar op 3-4 m diepte een slakken-conglomeraatbank ligt, bij de overgang van het zandstrand naar de rotskust.

Storthopen

De oude mijngangen, waaruit vele verzamelaars destijds mooie stukken wisten te halen, zijn nu verboden terrein. Vele schachten



Afb. 1. Kaartje van de omgeving van Lavrion, Griekenland

A. Gibbsiet; $\text{Al}(\text{OH})_3$; trosvormige, witte tot lichtblauwe overkorstingen. Beeldbreedte 6 mm.

B. Hemimorfiet; $\text{Zn}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot (\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; met aurichalciet. Kleine, kleurloze, transparante kristallen, prismatisch tot naaldvormig, ook in aggregaten en als overkorsting; in holten van carbonaatgesteente; vaak samen met smithsoniet, aurichalciet. Beeldbreedte 3 mm; herkomst: Serpieri-schacht.

C. Plumbojarosiet; $\text{PbFe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_6$; fijne, poedervormige overkorstingen, gelig tot lichtbruin, ontstaat bij reactie van pyriet en galeniet in zuur oxidatie-milieu. Grootste afm. 4 mm.

D. Jarosiet; $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$; kleine honingbruine, ruitvormige kristallen; ook fijnkorrelig en dan nauwelijks van Na- of Pb-jarosiet te onderscheiden. Afm. 2,5 mm; van Kamariza.

E. Natrojarosiet; $\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$; zeer fijnkorrelige, geelbruine tot kaneelbruine massa's en overkorstingen, ook bolvormige aggregaten. Afm. 3,5 mm.

F. Zinkaluminiet; $\text{Zn}_2\text{Al}_6(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_{26} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; witte tot lichtblauwe overkorstingen, vaak als "ondergrond" voor latere mineralen; o.a. samen met serpieriet en smithsoniet; op de afb. met azuriet (blauw) en psilomelaan (zwarte bolletjes). Afm. 4 mm; herkomst Kamariza. Zie ook kleurenfoto K.

Beschrijving van de afgebeelde Lavrion-mineralen, I

A	B
C	D
E	F
G	H

G. Spangoliet; $\text{Cu}_6\text{Al}(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12}\text{Cl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; donker-blauwgroene plaatjes, bolletjes of overkorstingen. Vaak samen met serpieriet, brochantiet, azuriet. Afm. 3,5 mm.

H. Cyanotrichiet; $\text{Cu}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)(\text{OH})_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; zacht- tot helblauwe naalden of vezels, in radiaalstralige aggregaten; samen met smithsoniet, limoniet; zeldzaam. Afm. 3 mm; herkomst: Serpieri-schacht.

Mineralen uit de collectie-A.J.Schrander, behalve E: collectie-W.v.d.Berg. Foto's: P. Stemvers.

en gangen, o.a. de beroemde bij "km 3", bij de weg Lavrion-Kamariza, zijn degelijk versperd en ontoegankelijk gemaakt. Enige jaren geleden verschenen er berichten in de pers, dat onbevoegd betreden zwaar bestraft werd.

De storthopen, die overal in het terrein verspreid liggen, zijn het voornaamste jachtgebied voor verzamelaars. Sommige ervan bevatten in het geheel niets interessants, bij andere, zoals op de stortvelden bij Apo Sounion, is de kans op vondsten groter. Op de storthopen ongeveer ten noorden van Plaka kunnen, naar ik hoorde, de kansen niet erg hoog worden aangeslagen. Bij Kamariza ligt de meest geliefde dump. Om deze te bereiken gaat men, vanaf Lavrion bij Kamariza gekomen, bij de eerste kruising rechtsaf en daarna, bij een wit/blauw heiligenhuisje, weer rechts; daarna links aanhouden voor de stortbergen en voor een groot, geëgaliseerd terrein. Daar zijn nog steeds wel adamiet, konichalciet, jarosiet, zinkaluminiet, malachiet/azuriet, smithsoniet, een enkel stuk met serpieriet, enz. te vinden. Doorgaans is het materiaal niet optimaal, zeker niet aan de buitenkant. Daarom zal er ook geklopt moeten worden om de holten binnenin te kunnen bereiken. Zoekers, wees voorzichtig met hameren, de mineraaltjes zijn erg teer! Met een stenenkraker wordt het minst vernield, dus is het meenemen naar huis van veelbelovende brokken voor auto-bezitters een goede oplossing.

Er is kans op beter materiaal door iets te kopen bij oude mijnwerkers, die belangstellenden graag uitnodigen hun collectie te komen bekijken (en die, denk ik, de mijnen nog wel eens van binnen inspecteren). Wie prijs stelt op gaaf materiaal neemt wel zijn loep mee!

Bij Kamariza bevindt (of bevond) zich de "Serpieri-schacht", waaruit prachtig materiaal afkomstig is. Dit wordt ook wel op mineralenbeurzen aangeboden.

Het determineren van de vondsten is niet eenvoudig. Mogelijk kunnen de kleurenfoto's enig soelaas bieden; zij zijn echter maar een keus uit de meer dan 110 mineraalsoorten die in de literatuur (o.a. Grolig, in Lapis, 1978) genoemd worden.

In Lavrion zelf staat het Lavrion Mineralogical Museum (geopend woens/zater/zondag van 10 - 1 uur). Wijzigingen in Griekenland altijd voorbehouden. Het kleine gebouwtje staat geïsoleerd op een groot plein, ten N van en direct buiten het stadscentrum, bij een scheepsmast, in de buurt van het gymnasium. Er zijn een heel mooie collectie mineralen en archeologische mijnbouwvondsten te bezichtigen. De conservator Nikos Vourolakos is deskundig en enthousiast.

Reconstructies van de antieke ertsverwerking zijn te vinden bij de ruïnestad ten noorden van Lavrion, niet ver van de zee: Thorikos. Dit was ooit een flinke stad, met o.a. een eenvoudig amfitheater.

Hier is een rechthoekige ertswasserij te zien (zie afb. 8 bij het voorgaande artikel). Er is ook een mijnschacht met een hek ervoor. Men heeft het plan de mijn voor bezoekers open te stellen, maar of het ervan komt en wanneer het zover is, is nog onbekend. Een andere antieke mijnbouw-/ertsverwerkingsplaats ligt bij Botzaris, ten zuiden van Kamariza (vanaf het kruispunt bij Kamariza 3,4 km naar het Z tot het kerkje Ag. Triada, dan bocht naar het W. Bij 4,0 km afslag links, daar is een grote parkeerplaats). De locatie ligt in een dal; van de uitgebreide verwerkingsinstallaties is een flink deel gereconstrueerd: er is nog heel wat te zien. De restanten van een ronde ertswasserij liggen bij Megala Pefka, eveneens ten Z van Kamariza, maar via een andere weg bereikbaar (zie het kaartje van afb. 1).

Voor verdere details verwijs ik naar het artikel van H. Dillen: De mineralen van Lavrion, Griekenland, in *Gea*, vol. 12 (1979) nr. 2, p. 41-60.

Ook vele andere tijdschriften hebben over Lavrion gepubliceerd, zoals: *Mineralogical Record* (*Minerals of the Laurion mines*, Attika, Greece; W. Kohlberger; mei-juni 1976); *Lapis* (Laurion in Attika en Die Mineralien von Laurion, door H. en E. Grolig), jg 3, 1978, nr. 5.; *Mineralien Magazin* 4 (1977), p. 184-188; *Der Aufschluss*, o.a. G. Schnorrer-Köhler (1981, 1982); *Geonieuws* (1979); *Rivista Mineralogica Italiana* (1989).

Belangrijk zijn ook de publikaties van G. Marinos en W.E. Petrascheck, o.a.: *Laurium*; *Geol. Geophys. Res.*, I.G.S.R. IV, Athene, 1956.

Beschrijving van de mineralen van de voorplaat

Azuriet, grotendeels bedekt door (waarschijnlijk) **glaucockeriniet**: $(\text{Zn,Cu})_{10}\text{Al}_4\text{SO}_4(\text{OH})_{30} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dit vormt een hemelsblauw laagje van microscopische vezels; het komt ook niervormig of als radiaalstralige bolletjes voor; in de verweringszone en op slakken; vaak samen met azuriet, adamiet.

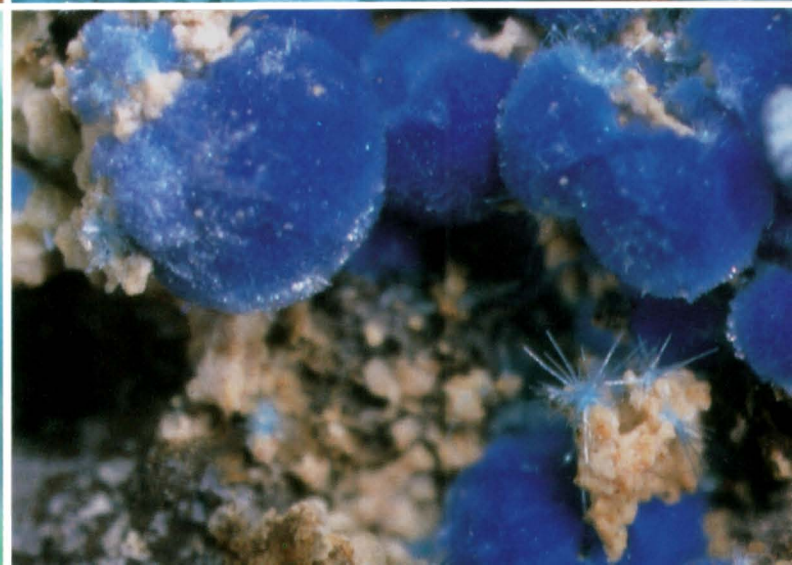
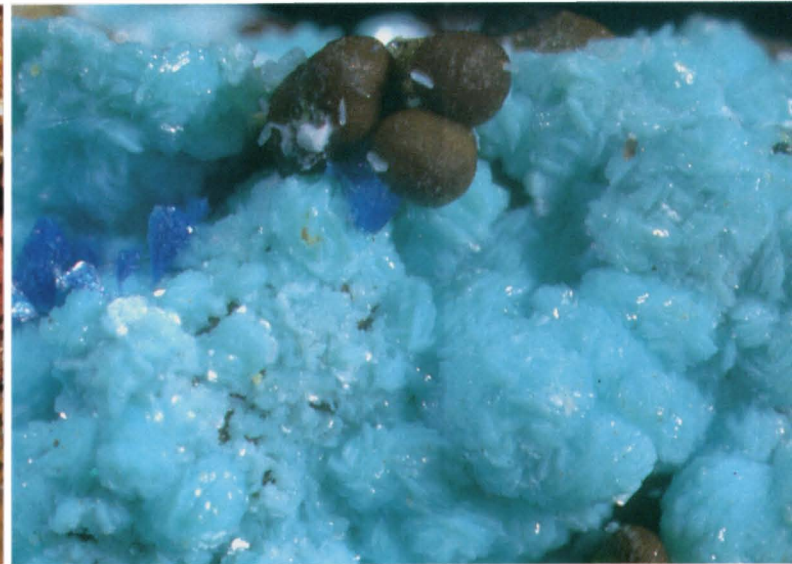
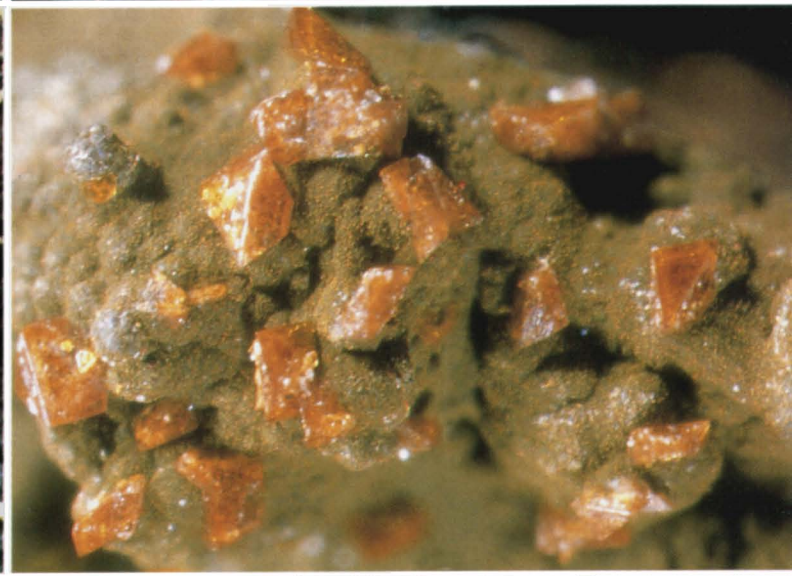
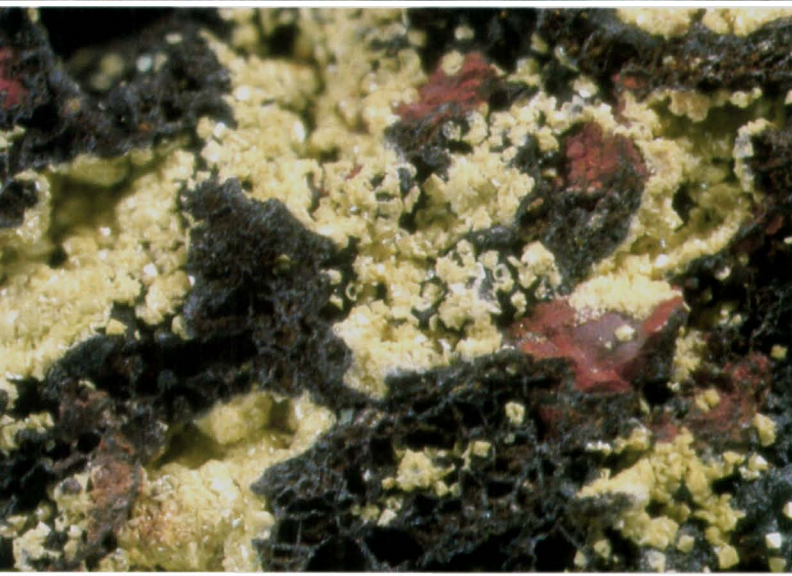
Rosaset: $(\text{Cu,Zn})_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$, is isomorf met malachiet, groenachtig blauw; naaldvormig radiaalstralig, trosvormige bolletjes of overkorstingen; is vaak vergezeld van glaucockeriniet, azuriet, serpieriet, aurichalciet, smithsoniet, hemimorfiet.

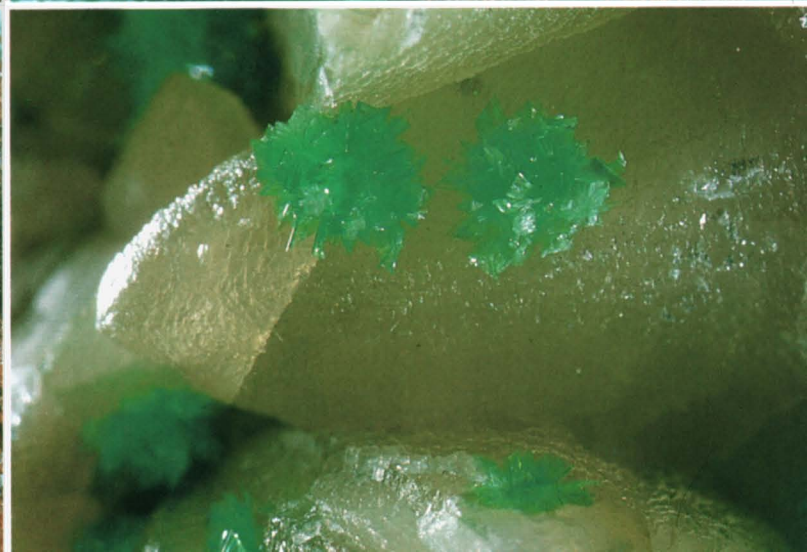
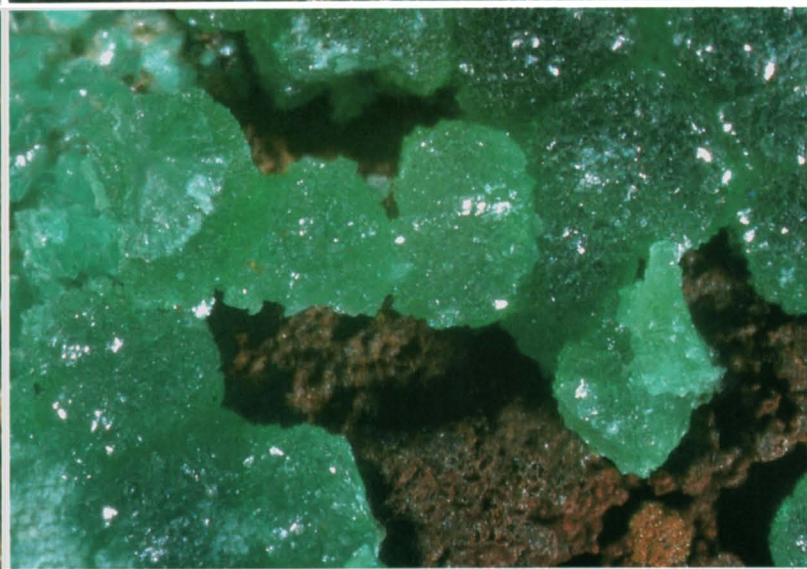
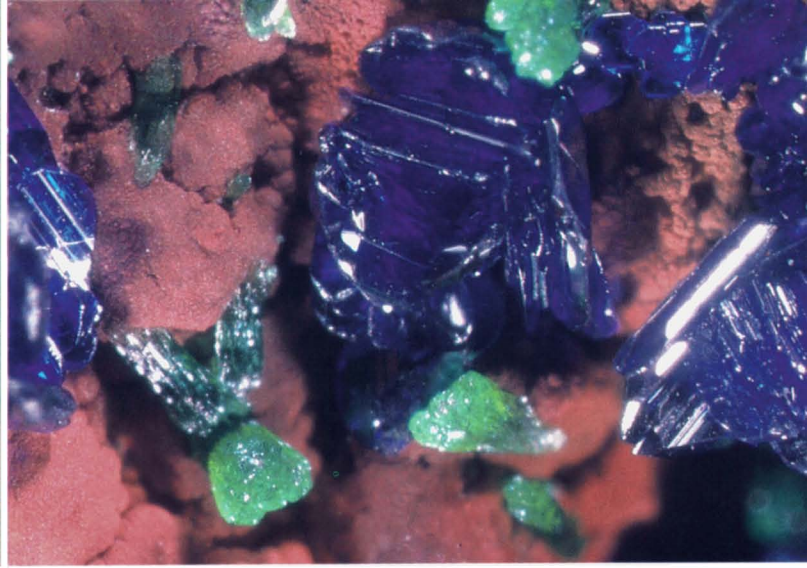
Oliveniet: hier in kleine groene bolletjes.
Serpieriet: $\text{Ca}(\text{Cu,Zn})_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; opvallend helderblauw; latjes, naalden, radiaalstralig, ook afgeronde aggregaten; vaak met gips, smithsoniet. Zie ook kleurenfoto FF (Harz).

Calciet: witte kristallen.

Limoniet: bruinachtig.

De afgebeelde groep, 6 mm hoog, zat in een holte van een steen op de geëgaliseerde storthoop bij Kamariza.





I	J
K	L
M	N
P	O

Beschrijving van de afgebeelde Lavrion-mineralen, II

I. Sphaerocobaltiet; CoCO_3 ; kobaltcarbonaat; rhythmisch vergroeid met smithsoniet; roodachtig. Beeldbreedte 5,5 mm, van Kamariza.

J. Azuriet; $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$, blauwe, vlakkenrijke kristallen, maar ook overkorstingen, enz., vaak door malachiet vervangen; zie ook de voorplaat; en **oliveniet**, $\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$; prismatische, transparante, groen tot olijfgroene kristallen; geïsoleerd, in bosjes of als radiaalstralige aggregaten. Beeldbreedte 2 mm; van Kamariza.

K en L. Adamiet; $\text{Zn}_3(\text{AsO}_4)(\text{OH})$; kleurloos, maar door bijmenging gekleurd; bijv. door kobalt: roodachtig, door koper: groen. Kleine, prismatische kristallen, verspreid, maar meestal in bosjes of in kogelvormige, radiaalstralige aggregaten; sterke glasglans; vaak op limoniet, met oliveniet, konichalciet. De licht- tot heldergroene cuproadamiet is een typisch Lavrion-mineraal, zie kleurenfoto N.

Afb. K: blauwe Al-adamiet in radiaalstralige aggregaten op witte zink-aluminiet. Beeldbreedte 8 mm. Aluminium-adamiet is pas sinds kort van Lavrion bekend.

Afb. L: gele, zonaire, zeer kort-prismatische adamiet, koperarm, mogelijk iets ijzerhoudend; beeldbreedte 3 mm; van Apo Sounion.

M. Scorodiet; $\text{Fe}^{3+}\text{AsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; kleine, geelbruin/groene, spitse piramiden tot 1 mm op ijzerhoudende kwarts, solitair of in bolvormige, radiaalstralige aggregaten, ook korstvormig; vaak met oliveniet, adamiet, arseniosideriet. Afm. 4 mm.

N. Konichalciet; $\text{CaCuAsO}_4(\text{OH})$. Helder-(appel)groene tot smaragdgroene, fijnkristallijne, naaldvormige aggregaten, in radiaalstralige bolletjes en nier- of korstvormig. Vaak met cuproadamiet (ook op de foto te zien), of oliveniet, beudantiet. Beeldbreedte 3 mm; van Kamariza.

O. Annabergiet; $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, op **smithsoniet;** ZnCO_3 . De monokliene annabergiet vormt fijne, groene plaatjes met kenmerkende scheve eindbegrenzing, vaak in stervormige groepen; de heldergroene kleur is van magnesium afkomstig; soms is er een geelgroene zweem. De smithsoniet is kleurloos, maar door verontreiniging blauw-, groen-, geel-, bruinachtig. Zeer variabel, o.a. nier- en trosvormig, bij Lavrion ook vaak afgeronde kristallen of kristalaggregaten, ook pseudomorf. Beeldbreedte ca. 10 mm; herkomst: "km 3".

P. Agardiet-La; $(\text{La,Ca})_2\text{Cu}_{12}(\text{AsO}_4)_6(\text{OH})_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Agardiet vormt geelgroene tot grijsblauwgroene, vezelige, langgerekte kristallen; ook fijn naaldvormig; in bosjes, ook radiaalstralig. Het afgebeelde stukje agardiet-lanthaan meet 6 mm en komt uit de Serpieri-schacht. In plaats van lanthanum kunnen ook andere zeldzame aarden overheersen, zoals yttrium en cerium. Bevat het mineraal bismut i.p.v. een Z.A., dan wordt het mixiet genoemd. Ook dit mineraal komt bij Lavrion voor en wel als lichtgroene tot blauwgroene, vaak radiaalstralig geplaatste kristallen of niervormige overkorstingen.

Mineralen I, J, K, M, P uit de collectie-A.J.Schrander; O: collectie-H.Dillen; L en N: collectie-Stemvers. Foto's: P. Stemvers.

Mijnbouw in Frankrijk in de Romeinse tijd

door Lydie Touret ¹⁾ en Anton Wiechmann ²⁾

¹⁾ Ecole des Mines de Paris, 60 Boulevard St.- Michel, Parijs 75006

²⁾ Museum Boerhaave, Lange Sint-Agnietenstraat 10, 2312 WC Leiden

Inleiding

Vandaag de dag stelt de Franse mijnbouw weinig voor. Slechts enige uranium- en goudmijnen zijn nog in bedrijf, respectievelijk in de Limousin en bij Salsigne in de Pyreneeën. De ijzer- en steenkoolmijnen uit de dagen van de 19de-eeuwse Industriële Revolutie zijn verdwenen of staan op het punt voorgoed te worden gesloten. Tegenwoordig komen de minerale rijkdommen uit verre streken als Afrika, Australië, Brazilië of Canada. In een ver verleden was het wel anders. Beschavingen van Grieken en Romeinen konden zich ontwikkelen dank zij een overvloed aan mineralen die deze volkeren her en der aantroffen. Goud en zilver voor het handelsverkeer en de sieraden; lood voor leidingen en vaatwerk [!]; ijzer, koper, tin en zink tenslotte voor gereedschappen en wapens. In het symbolistisch wereldbeeld van de Romeinen hadden de metalen een astrologische betekenis. Deze waren gekoppeld aan de zeven 'planeten': goud aan de Zon, zilver aan de Maan, kwik aan Mercurius, koper aan Venus, ijzer aan Mars, tin aan Jupiter en lood aan Saturnus. De magische kracht van het cijfer '7' was in dit

beeld terug te vinden (7 planeten, 7 dagen van de week, 7 wereldwonderen). De toenmalige symbolen van metalen en planeten worden trouwens nog steeds gebruikt. Omdat er volgens de Romeinen slechts zeven 'planeten' bestonden, waren daarmee ook alle metalen bekend. Hun geloof in die innige relatie tussen beide belemmerde zo het zoeken naar en herkennen van andere metalen. Pas in de 18de eeuw, toen het rationalisme van de Verlichting triomfeerde, vond dit wereldbeeld zijn graf. Althans bijna: rudimenten ervan bestaan nog steeds, getuige de populariteit van astrologische rubrieken.

De Romeinen mochten dan een betrekkelijk beperkte kennis van metalen hebben, toch waren zij onovertroffen meesters in de mijnbouw en vooral in het gebruik van (warm)waterbronnen. Metalen speelden een hoofdrol in de welvaart van het keizerrijk, al was het maar door de superioriteit der wapenen, die zowel de verovering van een enorm gebied als een op slavernij gebaseerde maatschappij mogelijk maakte. Ironisch genoeg zouden metalen ook aan de ondergang van dit rijk ten grondslag liggen. Volgens sommige historici kwam het zover door loodvergiftiging (saturnisme), veroorzaakt door het vaatwerk. De Grieken hadden de metalen waaraan behoefte was, als het ware voor het oprapen in de mijnen van Lavrion dicht bij Athene. De Romeinen moesten daarentegen ver van huis naar delfstoffen op zoek. Het was zeker geen toeval dat de grenzen van het rijk de ertsrijke gebieden afbakenden: Spanje, de Britse eilanden (vooral Cornwall), Centraal- en Oost-Europa. Binnen dit enorme gebied