

---

## Herinneringen van een veldgeoloog

# Mount Isa, Australia

door: Jan Verhofstad en Hans C. Meyer \*)

---

Australië is eigenlijk alleen in de kuststreken aangenaam bewoonbaar. Het binnenland heeft uitgestrekte steenwoestijnen en wat niet woestijn heet, is toch uiterst droog en schaars begroeid. Met de term "outback" karakteriseert de Australiër de barre omstandigheden ver van de kust. Behalve de droogte en hitte zijn ook vliegen een alomtegenwoordige gesel. Voor geologie is het land echter uitermate interessant en over grote afstanden goed ontsloten. Het reliëf is overal gering; uitgestrekte, totaal vlakke streken worden hier en daar afgewisseld door lage heuvels of bergland, die zeer oude, Precambrische gebergten representeren. In het Paleozoïsche gebergte aan de oostkant van Australië (de Australische Alpen) reikt de hoogste top tot 2231 meter, terwijl de rest van het continent zich vrijwel geheel onder de 1500 m bevindt. Met de 4-wheel-drive is vrijwel elke plek bereikbaar, mits je over een goede uitrusting beschikt en de drinkwater- en brandstofvoorziening zorgvuldig in de gaten houdt.



Afb. 1. Heuvelcomplex in vlak, onbegroeid woestijnlandschap in de nabijheid van Mount Isa, Queensland.

In enorme arealen Precambrium en ook wel bij jongere granietlichamen zijn er talloze mineralen en goede ertsvoorkomens gevonden. Prospecteren is een geliefde weekendbezigheid en kennis van mineralen is opvallend algemeen, veel beter dan bij de meeste Nederlanders. Tijdens ons verblijf in de jaren zestig was uraniumprospectie net uit de gratie door overproductie in de wereld; het zoeken naar tin en tantalium was toen "in". Op het laboratorium in Mount Isa kregen we vaak bezoek van beroepsprospecteurs met verhalen over o.a. de Hamersley Ranges en de Kimberleys in West-Australië. Daar waren nog enorme, weinig verkende gebieden met groot mijnbouwpotentiëel. We onderzochten vluchtig de minerale inhoud van hun monsters, maar wat er dan verder mee gebeurde bleef voor ons onbekend.

### Mount Isa: mijnbouw in een uithoek

Mount Isa is gelegen in het ruige noordwesten van Queensland tussen lage heuvels langs de Leichhardt-rivier (afb. 1). Deze laatste voert hoogstens twee weken per jaar water en dan was de enige brug die de beide stadshelften verbond soms onpasseerbaar; spoedig daarna lost de rivier zich op in een aantal poelen en ligt de rest van het jaar droog. Het klimaat is zeer aride en de temperatuur kan 's zomers tot 45°C oplopen. In onze tijd was de Barkely Highway, die Mount Isa met Townsville aan de oostkust verbindt, niet meer dan een verhard pad met duizenden gaten en los gesteente, dat van je auto snel een wrak maakte.

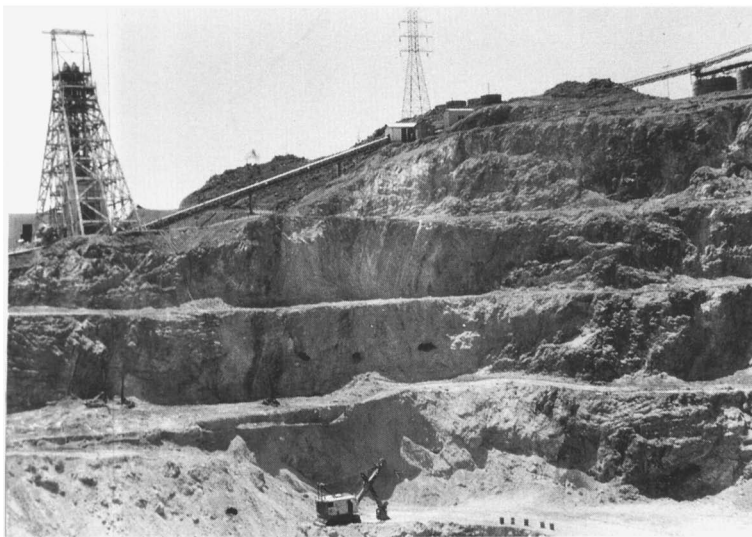
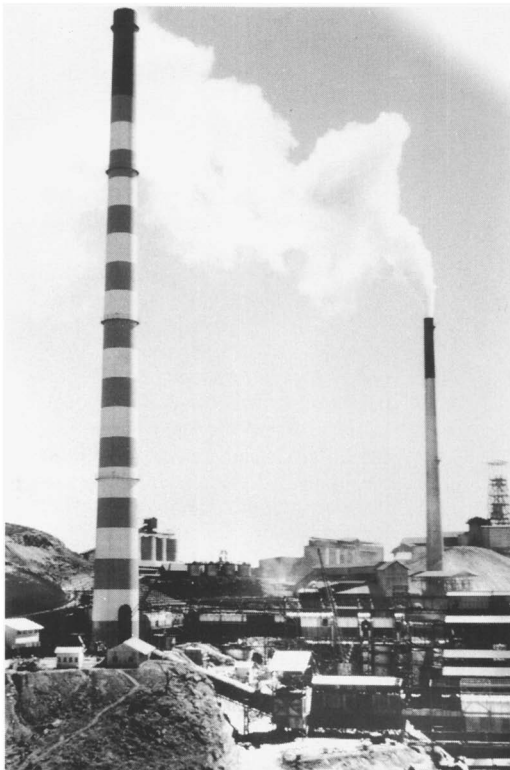
De prospecteur John Campbell Miles vond in 1923 een plek rijk aan **cerussiet** ( $PbCO_3$ ) en de mijnbouw die hier binnen het jaar startte (de Black Star Mine) betrof dus geoxydeerd looderts, vergezeld door zink en zilver. Ongelooflijk waren de problemen in het begin, problemen om financiering, de lage loodprijzen op de wereldmarkt, afwezigheid van voldoende mankracht en van enige infrastructuur. Pas na 9 jaar werd het eerste lood geproduceerd en na 14 jaar werd de eerste winst gemaakt. In 1941 werd naast het lood-zink-zilvererts heel rijk kopererts ontdekt en dit vooral heeft de mijn later groot gemaakt (afb. 2 en 3). Steeds weer werden nieuwe mineralisaties aangeboord en daarbij bleek vaak de laatste uitbreiding van de stad weer verticaal boven de nieuwe ertsens gesitueerd. Een uniek voordeel is dat de lood-zink-zilver-ertslichamen en het kopererts náást elkaar en nooit gemengd voorkomen. Dit spaart gelukkig één ingewikkelde en kostbare metallurgische scheiding uit.

### Primaire ertsens

De Middenproterozoïsche ondergrond (circa 1490 miljoen jaar oud) is opgebouwd uit steilstaande dolomitische en pyriethoudende schalies, siltstones en fijnkorrelige tuffen, tezamen de Urquhart Shale genoemd. Door plooiing helt deze formatie ter plaatse gemiddeld 65° naar het westen. In de fijne schalies bevinden zich lokaal een aantal langgerekt lensvormige, stratiforme ertslichamen, d.w.z. de ertsmineralen zijn vooral langs de sedimentaire laagvlakken verspreid en aangerijkt. Bovendien zijn ze extra geconcentreerd waar miniplooiën de regelmatige gelaagdheid verstoren. Deze zogenaamde "primaire ertsens" worden gevormd door de sulfiden van lood, zink en zilver; deze mineralen zijn uiterst fijnkorrelig ontwikkeld en sterk met elkaar vergroeid. Daarnaast is er, eveneens volgens de gelaagdheid geordend, zeer veel pyriet en minder pyrrhotien (allebei ijzer-sulfiden). Beide zijn hinderlijk bij de verwerking van het erts: je kunt er geen ijzer uit winnen maar het moet wel tezamen met het nevangesteente verwijderd worden. Het is de taak van metallurgen om, na uiterst fijne vermaling van het erts, door mineraalscheiding een afzonderlijk loodconcentraat en een zinkconcentraat te produceren.

---

\*) De auteurs zijn beiden geoloog en hebben na elkaar dezelfde positie bekleed bij Mount Isa Mines Ltd., Queensland.



Afb. 2. (Links) Fabriekscomplex met schachtoren, Mount Isa Mines.

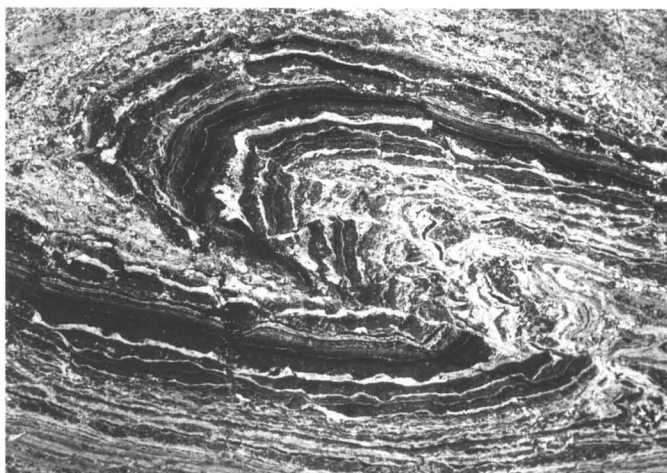
Afb. 3. Open-groeve mijnbouw te Mount Isa met schachtoren en ertstransportbaan.

In de koperertslichamen is chalcopryiet (koper-ijzersulfide) het voornaamste mineraal; het is iets donkerder geel dan pyriet en eerder met oxydatiekleuren. Chalcopryiet komt hier voor in een kiezelrijk carbonaatgesteente, de zogenaamde "silica-dolomiet"; dit is een gerekristalliseerde breccie-fase van die Urquhart Shale. Het gesteente vormt onregelmatige lichamen, eveneens stratiform, tussen de schalieseries. Al deze primaire ertsen in de grauwe schalies zijn niet bijzonder spectaculair en voor de mineraalverzamelaar misschien minder interessant. Het zijn vooral de microtektonische structuren die hier de interesse wekken. Op handstukformaat tref je hier de mooiste plooien, breuken en

overschuivingen aan, vergelijkbaar met de handboekschema's van dwarsdoorsneden door plooingsgebergten; zie afb. 4.

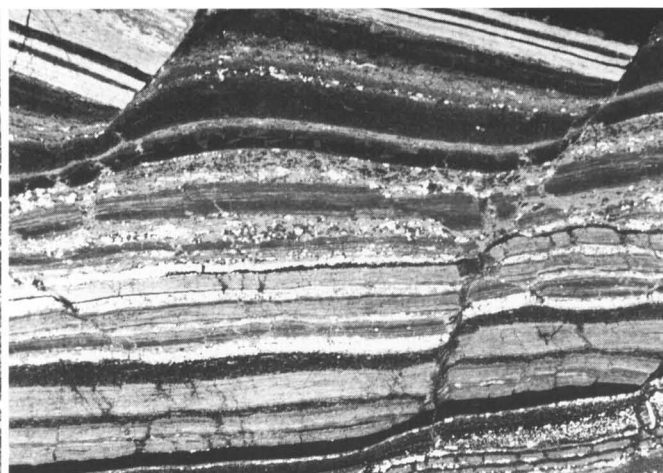
### Secundaire ertsen

Behalve uit ondergrondse mijnbouw werd er in Mount Isa veel in dagbouw (afb. 3) gewonnen. Dit geschiedde in een open groeve in wat de "secundaire" of "oxydatiezone" heet: een zone aan het oppervlak, reikend tot een diepte van ongeveer 100 meter, waarin door atmosferische en grondwaterinvloeden alle genoemde primaire ertsmineralen zijn omgezet in oxyden, carbonaten, silicaten, sulfaten, nieuwe sulfiden, hydraten en chemische combinaties van deze. Daar werd pas de bijzondere schoonheid aangetroffen die de verzamelaar wild maakte, al waren de mineralen alleen te verwerven door goede contacten met de shovel operators. De belangrijkste mineralen waren **cerussiet**



Afb. 4 A. Donkere schalielaagjes, afgewisseld door zeer fijn uitgesmeerde pyriet en door galeniet. Handboekvoorbeeld van **overschuivingstektoniek**. Volg de dikste schalielaag in de plooi tot het punt van afbreken en pak zijn voortzetting in het plooidal weer op; plooi en plooidal zijn langs een overschuivingsvlak uit elkaar geschoven. Afmeting: 5,5 x 7,5 cm.

Afb. 4 B. **Breuktektoniek**. Donkere schalielaagjes en enkele erts-laagjes, bij elkaar in dit monster, zijn in de minderheid ten



opzichte van pyrietrijke laagjes. De laatste reageren op de sterke deformatie door te breken (bovenaan op de foto), daarentegen behoudt het pakketje schalie + erts het zijwaartse verband door in hoofdzaak te plooien. De wijze van kantelen van de pyrietblokken duidt merkwaardigerwijze op rek, niet op druk. In het totale gesteente heerste echter een overmaat aan druk; dit probleem is op te lossen door aan te nemen dat de sterkste druk loodrecht op de gelaagdheid gericht is geweest. Afmeting: 3,5 x 5 cm.

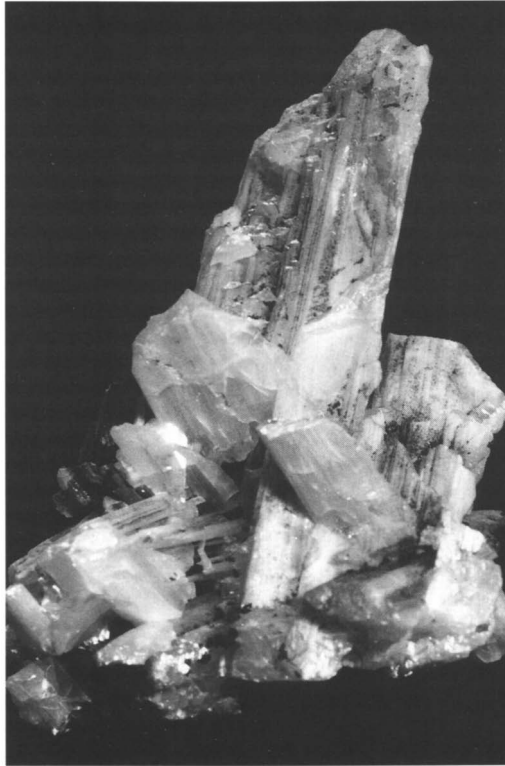
( $PbCO_3$ ), afb. 5, en **smithsoniet** ( $ZnCO_3$ ), maar gerapporteerd zijn ook gedegen **zilver**, **anglesiet** ( $PbSO_4$ ) en de prachtige kopercarbonaten **malachiet** en **azuriet**, naast blauwe **chalcantiet** ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) en **chrysocholla** (kopersilicaat). **Cupriet** ( $Cu_2O$ ) in fraaie octaëders en zwarte **tenoriet** ( $CuO$ ) zorgen tezamen met **limoniet** (bruin ijzerhydraat) en zwavelgele **copiapiet** (ijzersulfaat) voor rijke kleurschakeringen. **Gedegen koper** in mooie, mosachtig vertakkende groeisels is gevonden in brokken van vele kilo's gewicht (afb. 6). In spleten of holtes is heldere **bariet** ( $BaSO_4$ ) gegroeid. Het allermooiste was het zeldzame, fijnvezelige en vermiljoenrode **chalcotrichiet**, een variëteit van cupriet. Aan de basis van de oxydatiezone zat een hoogwaardige aarrijkszone met **chalcosien** ( $Cu_2S$ ), gedegen koper en in mindere mate **digeniet** en **covelliet** (kopersulfiden) en **borniet** ( $Cu_5FeS_4$ ).

## Mijnbouwkunde en geologie

Zowel van de primaire als van de secundaire ertsen wordt door de geologische afdeling van de mijn de verspreiding en de hoeveelheid vastgesteld om tot een schatting van de ertsreserves (tonnages) te komen. Dit geschiedt door een zorgvuldige kartering van de directe omgeving van de mijn, maar vooral ook ondergronds, waar de registratie en bemonstering van nieuw blootgelegde structuren continu voortgang vindt. Evenals de bestudering en chemische analyse van boorkernen, afkomstig uit een systematisch boorprogramma.

Een mijnbouwbedrijf van enige omvang kan en moet zich een kostbare geologische afdeling veroorloven, liefst met een eigen research-laboratorium. Laboratoriumresultaten en hun interpretatie onderbouwen de reconstructie van de geologische geschiedenis van het terrein en de kennis van de mineraalvoerende oplossingen en hun mogelijke toewerpingen in een ver verleden. Op die manier kan een theorie worden opgesteld over herkomst, aanvoer en plaatsname van de mineralisatie. Zo'n theorie moet op haar beurt de weg wijzen naar eventueel onbekende concentraties en ze dient als leidraad voor verdere prospectie, ook voor het dure boorprogramma. Theorieën echter kunnen veranderen of door nieuwe ontdekkingen omvergoorpen worden. Mount Isa Mines maakte bijvoorbeeld de omslag mee van oude opvattingen over de magmatische genese van metallische ertsen naar modernere theorieën, waarbij de ertsmineralen een sedimentaire of sedimentair-vulkanische oorsprong wordt toegedacht (in de literatuur wordt de term vulkanisch-exhalatief gebruikt).

Volgens de magmatici is alle erts afkomstig van magma's, die van tijd tot tijd hoogwaardige metaalhoudende vloeistoffen in het naburige gesteente "injecteren" en zo ertsafzettingen veroorzaken. Volgens nieuwere opvattingen voeren diepe magma's wel de ertsmineralen aan, maar de verdere verspreiding en plaatsname in een gesteente kan nog via diverse langdurige tussenfasen verlopen en zo tot een heel ander resultaat



Afb. 5. Cerussiet,  $PbCO_3$ , Grijswitte, glanzende kristallen met typische pseudo-hexagonale vergroeiing. De hoogte van de kristalgroep is 9,5 cm.

leiden. Bij vulkanische processen bijvoorbeeld kunnen gassen weglekken (denk aan solfataren met hun mineraalkorsten), beladen met opgeloste stoffen, waarna de metaalverbindingen via grondwater naar sedimentbekkens getransporteerd worden. De beschreven samenhang tussen het lood-zink-zilver-pyrieterts en de fijne gelaagdheid van de schalies in Mount Isa duidt al op de medewerking van sedimentaire processen. De ertsmineralen zijn dus tijdens de sedimentatie, tezamen met de gesteentebestanddelen (syngenetisch) ter plaatse gekomen. Lange tijd na afzetting rest nog de mogelijkheid dat het gesteente mét z'n erts-mineralen onder invloed van metamorfose raakt. Hierbij kunnen de sulfidische mineralen in zogenaamde "vaste oplossing" mobiel worden en opnieuw binnen het gesteente gedistribueerd worden. De locale hoge concentraties van het Mount Isa-erts in kleine ploovormen (afb. 4) wijst erop dat (geringe) metamorfose een rol heeft gespeeld.

## Driehoeksverhouding

Met dergelijk onderzoek kan de grote industrie een voortrekkersrol vervullen in de ontwikkeling van de wetenschap. Onze chef Bill C. had voor zijn academische promotie vooral op nieuwe ideeën van ertsgenese in Mount Isa gestudeerd. Een voorbeeld hoe zelfs een plotselinge inval bepalend kan zijn toont het volgende voorval. Via de wederzijdse echtgenotes vernam een van ons dat Bill, ten tijde van de voorbereiding van zijn Ph.D., ooit midden in de nacht was opgestaan om haastig een figuur uit te tekenen die slechts bestond uit een grote driehoek waarin hij zorgvuldig een punt plaatste. Voor de buitenwereld leek dit onbegrijpelijk, maar in feite demonstreerde het hoe een gelukkige ingeving, gepaard aan onderzoek en ervaring, de wetenschap een stapje verder kan brengen. In dit geval drukte de driehoek een samenhang uit tussen drie belangrijke componenten in de veronderstelde minerale oplossingen. De resulterende argumentatie verfijnde het ertsmodel van de sedimentair-vulkanische oorsprong. Hiervan kon de mijn later profiteren door een verbeterde en meer specifiek gerichte exploratie, waarbij de minutieuze kartering van de schalies met hun structuren werd geïntensiveerd. In verdere exploratie naar nieuwe lood-zinkertsen wordt thans wereldwijd het sedimentair-exhalatieve model algemeen toegepast.

## Literatuur

- B.V. Mathias and G.J. Clark: Mount Isa copper and silver-lead-zinc orebodies - Isa and Hilton mines; the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 351-372, 1976.  
 T. Finlow-Bates: The chemical and physical controls on the genesis of submarine exhalative orebodies. A review. Geol. Jb., 131-168, 1980.  
 J. Stemvers-van Bommel: Ertsen: mineralen waar winst in zit. Gea, 1990, nr. 1: Mijnbouw en Storthopen, p. 2-5.

Mineralenfoto's: P. Stemvers

Afb. 6. Gedegen koper uit open groeve, Mount Isa, beeldhoogte ca. 2 cm.

