
Verlaten mijnen en storthopen in Bergslagen (Zweden)

door Marek A. Zakrzewski

De meeste verzamelaars op het gebied van mineralogie, erts-kunde en petrografie hebben ontdekt, dat storthopen van verlaten mijnen de beste vindplaatsen zijn. Na een paar bezoeken op diverse locaties merkt een verzamelaar al dat storthopen er verschillend kunnen uitzien: erg groot of erg klein, hoog of plat, begroeid of kaal, rijk aan mineralen of juist niet. Een nieuwsgierig waarnemer vraagt zich dan ook af, wat de redenen voor deze verschillen zijn. Er kunnen ook meer algemene vragen naar voren komen, zoals: Wat is überhaupt een storthoop? Hoe ontstaat deze? Heeft hij nog een economische waarde? Wat is de betekenis van een verlaten mijn voor de exploratie? Wat doet een wetenschapper op een storthoop? Dat waren tenminste de vragen die bij mij zijn opgekomen tijdens mijn veldwerk in Centraal-Zweden, waar ik professioneel ertskundig en mineralogisch onderzoek doe in de Precambrië metallogenetische provincie van Bergslagen. In Bergslagen zijn tegenwoordig nog maar zeven mijnen in productie, maar in het verleden zijn er een paar duizend geweest. Er werd voornamelijk ijzer, mangaan, koper, zilver, lood en zink geproduceerd maar daarnaast is er ook kobalt, nikkel, goud, seleen, bismut, antimoon, cerium, molybdeen, wolfram en kwik-zilver ontgonnen. De diversiteit van deze elementen, die tijdens de geologische geschiedenis van dit gebied in contact met elkaar konden komen, is de oorzaak van het ontstaan van verscheidene zeldzame mineralen, waarvan sommige alleen in Bergslagen of in een bepaalde ertsafzetting voorkomen.

Het ontginnen van erts in Bergslagen begon rond de 10e eeuw, iets later dan in Centraal-Europa. De grote verspreiding van diverse typen erts, gemijnd met diverse methoden, en de goede documentatie over mijnbouwactiviteiten in Zweden, maken het gebied ook interessant voor een historicus. Dit alles was voor mij de aanleiding om mijn wetenschappelijk onderzoek te combineren met mijn hobby: de industriële archeologie.

Hoe ontstaat een storthoop?

Op een storthoop van een verlaten mijn ligt afval. Dat is een deel van het gesteente dat om technische redenen uit de mijn gehaald moest worden, maar dat verder niet bruikbaar was. Meestal is dit materiaal afkomstig van het voorbereidende werk dat de toegang tot het erts moest verschaffen. Het kan gaan om materiaal uit een verticale schacht, uit horizontale mijngangen alsook uit een groeve waar het dekkend gesteente werd verplaatst. Afhankelijk van de manier van storten en de morfologie kunnen storthopen onderverdeeld worden in: konische, horizontaal gelaagde en dwars gelaagde storthopen (zie afb. 1). Naast nevengeesteente kan men op een storthoop ook arme erts vinden, die destijds als niet economisch beschouwd werden. Vaak realiseerde men zich echter, dat het begrip "arm" relatief is en een arm erts nog rijk erts kan worden; in dat geval stortte men het ertshoudende afval apart. Krusch (1920) geeft het gehalte van metalen in afval van negentiende-eeuwse verwerkingsbedrijven op. (Tussen haakjes staat het minimum-gehalte in primaire erts dat nog vast ondergronds zit).

Cu	1.6-3.6	(0.5-1.0%)	Bi	0.76	(1.0%)
Hg	0.13-0.31	(0.1%)	Sb	2.43	(1.0%)
Mn	10-20	(30%)	U	0.34	(0.1%)
Ni	0.4-1.38	(0.5%)	W	0.2-2.1	(0.1%)

Deze getallen betekenen, dat dit afval van vroeger tegenwoordig als erts rendabel is. Een gunstige bijkomstigheid is dat het mate-

riaal al aan de oppervlakte ligt en is gebroken. Men kan zich afvragen of de storthoop in zo'n geval een ertsafzetting is geworden? Een ertsafzetting is immers een "natuurlijke concentratie van mineralen, die met winst tot metaal of metalen verwerkt kan worden". De (academische) vraag spitst zich dan toe op de natuurlijkheid van het materiaal en de concentratie. Mijns inziens is de storthoop wel degelijk een ertsafzetting, maar zoals ook bij andere grensgevallen verschillen de meningen. Een voorbeeld van ertsen die geen ertsafzetting vormen is de ertsopslag in de haven van Rotterdam: een waardevolle en massale concentratie van nuttige mineralen, maar niet natuurlijk!

De secundaire exploitatie van storthopen kan voor onaangename verrassingen voor mineralen-verzamelaars zorgen. Bijvoorbeeld: de beroemde storthoop van Håkansboda in Bergslagen, vindplaats van grote kristallen van cobaltien en glaucodoot, werd in 1986 verkocht en binnen een paar maanden verdween hij in de molens van de verwerkingsinstallaties in Saxberget. Wat voor mineralogen verloren ging is wel ten goede gekomen aan de Zweedse samenleving, aan werk voor mensen en winst voor de mijnbouwonderneming. En, wat nog belangrijker is, de secundaire exploitatie van deze storthoop gaf een impuls aan het onderzoek in de verlaten mijn en leidde tot heropening van de Håkansboda-mijn voor een hernieuwde exploitatie.

Secundaire exploitatie

De belangstelling van prospecteurs voor de klassieke mijnbouw-gebieden vloeit voort uit het feit, dat de meeste nieuwe ertsvoorraden dicht bij oude mijnen worden gevonden, in tweede instantie in bekende ertsprovincies, en maar zelden in nieuwe gebieden. In Europese klassieke gebieden zoals Harz, Vogezen, Saksen of Bergslagen zijn bijna alle ertsafzettingen die aan de oppervlakte dagzomen, ontdekt en geëxploiteerd.

Een vraag kan dan zijn of in een verlaten mijn alle voorraden uitgeput zijn of alleen maar het rijkste deel. Er zijn talloze voorbeelden van secundaire exploitatie van een ertsafzetting voor dezelfde grondstof, maar ook de ontdekking van een ander bestanddeel kan een voordien oneconomisch geworden ertsafzetting in productie doen brengen. Bijvoorbeeld: goud-telluriden in Kaligoorlie, uraan in Witwatersrand, wolfram als scheeliet in de kopermijn Yxsjöberg, molybdeen als wulfeniet in Pb-Zn-ertsen van Bleiberg en Mezica. Storthopen van Ag-Pt- ertsen zijn nu een bron voor bariet en fluoriet (soms ook sfaleriet). Door gebruik (tot 1920) van amalgamatie bij verwerking van platina-ertsen kwamen de in kwik-zilver niet oplosbare metalen zoals osmium en iridium in het afval terecht. Bij panning werden soms de kleinste goudkorreltjes gevonden, maar witte platinakorrels werden vaak over het hoofd gezien. Deze voorbeelden wijzen ook op het belang van wetenschappelijk mineralogisch onderzoek aan storthopen, waarbij ook de rol van een amateurmineraloog niet is te verwaarlozen.

Evaluatie van verlaten mijnen

Voor een prospecteur zijn de storthopen, samen met schachten, mijngangen of bodeminzinkingen ("Pingen" in het Duits) de meest directe morfologische indicaties van oude mijnbouwactiviteiten. Andere tekenen zoals resten van gebouwen en machines, alsmede geografische namen zoals Kupferberg, Ertsberg, Kopparberg, Silvergruvan, Zinkgruvan etc. vormen indirecte aanwijzingen.

Al deze sporen moeten geologisch en technisch geëvalueerd worden. De volgende punten zijn van belang:

- de schaal van het werk en de bedoeling (exploitatie of prospectie);
 - nevangesteenten, ertstypen, mineralogische inhoud, geologische positie;
 - grootte en vorm van de ertsafzetting;
 - redenen van sluiting en geschiedenis van de mijn;
 - documentatie van de gaten en van storthopen; bemonstering.
- De hamvraag is of er niet meer erts in de verlaten mijn aanwezig is. Belangrijk zijn twee aspecten: de redenen dat een mijn gesloten is, en de tijd waarin de mijn in productie was of voor het laatst onderzocht is. Beide aspecten staan in verband met de technologische vooruitgang in de mijnbouw en in de verwerkings- (aanrijkings-)technieken.

Redenen van sluiting van een mijn

De meest voorkomende reden van mijnsluiting is de uitputting van het erts.

Bij toenemende diepte kan het ertspercentage of de samenstelling veranderen, waardoor het erts oneconomisch is geworden. Als de gemakkelijk smeltbare limoniet-ijzerertsen in hematiet- of magnetiet- ertsen overgaan is een veel hogere temperatuur in de oven nodig. Als het ijzer in pyriet overgaat wordt het van slechtere kwaliteit. Hetzelfde gebeurt als de oxidatiezone van sulfidische koperertsen (ijzeren hoed) in de primaire ertszone overgaat en koper in het ijzer terecht komt. Voor de prospecteur is dat een erg positieve indicatie voor koperertsen.

Problemen met de diepte behoren tot het verleden. De ontwatering van mijngangen was een groot probleem voordat men kon beschikken over door stoom aangedreven pompen (19e eeuw in Cornwall). De temperatuur stijgt met de diepte als gevolg van de geothermische gradiënt en door oxidatie van sulfiden (een exothermaal proces waarbij warmte vrijkomt). Beide gevolgen kunnen door aangepaste ventilatie verholpen worden. Door toepassing van koelinstallaties in de Zuidafrikaanse goudmijnen bereikt men dieptes tot 4000 m.

De economische situatie kan prijsverandering als gevolg hebben; technische vooruitgang kan voor kostenverlaging zorgen.

Schaarste aan brandstof of het afschaffen van slavernij als bron van goedkope arbeidskrachten werken kostenverhogend. Productie tijdens een oorlog betekent voor een mijn welvaart, vrede betekent recessie. Soms kan slecht management of onenigheid tussen de eigenaren de neergang van een onderneming als gevolg hebben.

Een unieke reden van sluiting van een mijn was klimaatverandering. De recente periode van hogere temperatuurgemiddelden heeft o.a. als gevolg het terugtrekken van de sneeuwgrens in de Alpen. Door de opsmelting van de onderste delen van een gletsjer in Zwitserland is de toegang vrijgekomen tot stollen van een goudmijn, die in de 16e eeuw was verlaten als gevolg van het

benedenwaarts oprukken van de gletsjer.

Als wij de reden van mijnsluiting kunnen achterhalen dan hebben wij ook een indicatie over de kansen dat er nog bruikbaar erts in de mijn aanwezig is. Uitputting van ertsen is zeker geen aanbeveling om met de prospectie door te gaan. Andere redenen op technisch, economisch of organisatorisch vlak kunnen wel aanleiding geven voor verder onderzoek. In de meeste gevallen bieden recent gesloten mijnen, of mijnen die alleen in productie zijn geweest in periodes van hoogconjunctuur zoals tijdens oorlogen, minder perspectief voor prospectie. Oudere mijnen daarentegen zijn interessanter.

Het bepalen van de ouderdom van een mijn

De meest betrouwbare gegevens vinden wij in de archieven van mijnbouwinspecties (voor Bergslagen in Falun: Bergmäster-ambetet, Södra District) of in de literatuur. Soms weten de mensen in de omgeving iets van de geschiedenis van de mijn. Als deze gegevens ontbreken dan zijn wij aangewezen op archeologische aanwijzingen die rechtstreeks in verband staan met de algemene mijnbouwgeschiedenis. Het bepalen van de ouderdom van een mijn of een bepaalde storthoop kan ons ook een indicatie geven over de reden van sluiting en dus ook over de prospectiekansen. Hier volgen een paar mogelijkheden voor zo'n indirecte ouderdomsbepaling van een mijn, die voortvloeiden uit mijn werk in Bergslagen.

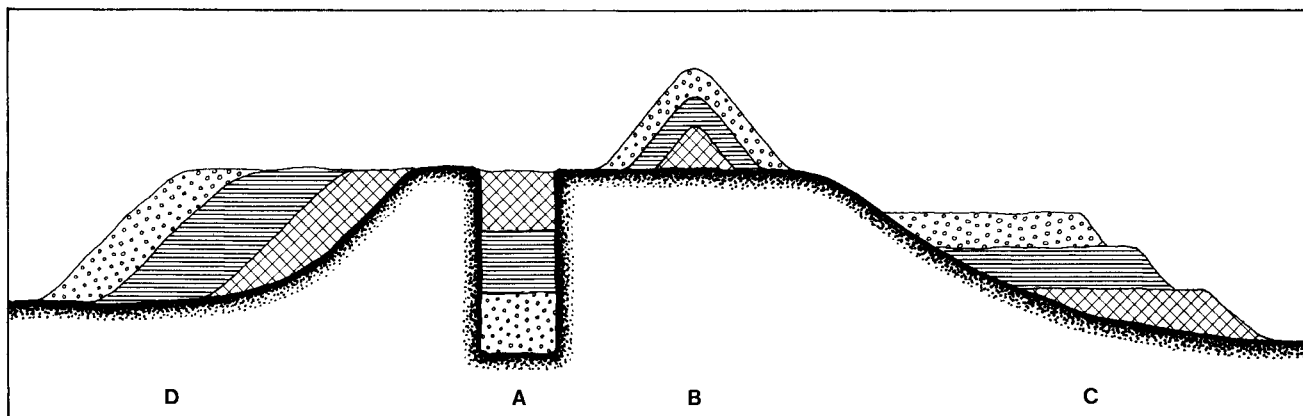
- Bomen, die op een storthoop of in een gat groeien, leveren de minimale ouderdom. Om de ouderdom van een boom te bepalen tellen wij de groeiringen op een in de beurt gekapte boom met een vergelijkbare doorsnee.

- De vorm van de mijngaten. Voordat de buskruittechniek rond 1730 in Zweden was ingevoerd (in Hongarije reeds vanaf 1637), gebruikte men de vuurtechniek. Deze houdt in dat men het gesteente opwarmde door gedurende lange tijd vuur te laten branden; vervolgens werd het gesteente verbrokken door er water op te gooien. Nog steeds kunnen typisch afgeronde mijngangen met soms ook sporen van roet worden gevonden.

- Elektriciteit was vanaf 1905 in gebruik. IJzerbeton is vanaf de 1e Wereldoorlog massaal toegepast. Bakstenen hebben soms stempels van de producent. Grote en niet-gestandaardiseerde afmetingen duiden erop dat ze vrij oud zijn. Een vergelijking met huizen in de omgeving en navraag over de ouderdom ervan kan ons ook iets over de absolute ouderdom leren.

- Ook spijkers kunnen wij vaak op de storthopen vinden. Handgesmede spijkers waren in gebruik tot 1900-1920. Rond de Eerste Wereldoorlog begon men kleine, machinale spijkers te gebruiken. Grotere ijzeren elementen werden ook later nog gesmeed.

- Soort verwerking. Het wassen van ijzerertsen en de flotatie van sulfiden vanaf 1920 herkennen wij aan storthopen met fijnkorrelig materiaal (ca 0,1-0,2 mm). Let er echter op dat fijnkorrelige, niet-sulfidische storthopen veel sneller begroeid raken dan grofkorrelige.



Afb. 1. Verschillende typen storthopen. Uit materiaal van schacht A zijn opgebouwd: B. konische storthoop; C. horizontaal gelaagde storthoop; D. schuin gelaagde storthoop.

Afb. 2. Mijngebouwen en de beroemde storthoop te Långban, Bergslagen, Zweden.



- Vooral op grote stukken op een storthoop kunnen wij boorgaten zien. Deze zijn gemaakt voor explosiva; dat betekent dus dat ze jonger zijn dan 1730. Verder kan hun vorm een aanwijzing geven. Perfecte ronde zijn met diamantboring gemaakt en zijn modern; duidelijk driehoekig zijn gaten die met slagboorteknik gemaakt zijn. Maar de slagboorteknik is veel goedkoper dan diamantboring en wordt ook recent nog toegepast. Kortom: rond is recent, driehoek is recent of oud maar niet ouder dan 1730.

- In verband met de kosten en technische (on)mogelijkheden, worden in de Derde Wereld nog steeds primitieve mijnbouwmethoden toegepast, bijvoorbeeld in Bolivia. Duizenden garimpeiros in Brazilië, Colombia of Ecuador gebruiken methodes die op die van het begin van de 19e eeuw in Europa lijken.

- Een absolute ouderdombepaling met de C14-methode is op echt antieke mijnen en smelterijen van toepassing. Een methode die naar mijn weten nog niet in de Zweedse mijnen is doorgedrongen, is de dendrochronologie, een methode die gebruik maakt van het karakteristieke groeipatroon van bomen, veelal van nut bij paleoklimatologisch onderzoek.

Mineralen zoeken in Bergslagen: voorbereiding

Zweden is een gastvrij land, waar men op grond van een zogenaamd "alemansrekt" vrij mag kamperen, bessen en paddestoe-

len plukken en ook mineralen op storthopen van verlaten mijnen verzamelen. Zolang het op niet-commerciële schaal gebeurt, en er rekening met de eigenaar wordt gehouden, word je niet met een hooivork of geweer weggejaagd.

Zoals al in de introductie is opgemerkt, komen in Bergslagen veel metalen in bruikbare hoeveelheden voor, ook andere elementen zijn aanwezig. De grote variatie aan elementen op een klein gebied en de metamorfe geschiedenis van de omgeving hebben een unieke diversiteit aan mineralen tot gevolg gehad en daarmee aan amateur en professionele mineraloog een dankbaar studieobject verschaft. Bijna elk jaar worden er nieuwe mineralen uit Bergslagen beschreven en nieuwe variëteiten gevonden.

Een van de meest boeiende locaties in onze mineralogische wereld is de ijzer- en mangaanmijn van Långban, die rond 1970 definitief werd gesloten. Het wetenschappelijk onderzoek aan het materiaal van de mijn, verzameld in musea en gevonden op storthopen, had als gevolg de ontdekking van ca 30 nieuwe mineralen. Samen met de al eerder bekende soorten, vormen zij een lijst van 280 verschillende mineralen en bezorgen daarmee Långban de eerste of tweede plaats in het mineralogische "book of records". Jammer genoeg wordt niet alleen door amateurs en wetenschappers enorme belangstelling voor de storthoop van Långban getoond, maar ook door commerciële mineralendealers met hun 10 ton trucks. Dit heeft als gevolg gehad, dat de belangrijkste storthoop niet meer vrij voor iedereen toegankelijk is. Er zijn echter kleinere storthopen te vinden die wel open staan voor verzamelaars. Afb. 2.

Voor beschrijvingen van de beste vindplaatsen in Bergslagen kan ik het beste verwijzen naar de serie "Mineraalfundstellen", uitgegeven door Christian Weise Verlag, München, waarin in 1976 deel 4: "Skandinavien", door H.-J. Wilke verscheen. In dit boek zijn 40 vindplaatsen van Bergslagen beschreven, allemaal storthopen van verlaten mijnen. Na 15 jaar is het nog steeds het beste boek voor de amateur. De aangegeven locaties zijn redelijk goed te vinden, de geologische en mineralogische beschrijving is voldoende. Naast het boek het is raadzaam om ook een topografische kaart te gebruiken. Er zijn erg goede kaarten met schaal 1:50 000 en 1:250 000, uitgegeven door de topografische dienst van Zweden. Bestellen vanuit Nederland is mogelijk bij het adres: Landmetärverket Gävle Kartbutiken. Dit heeft twee voordelen: de mogelijkheid tot bestudering vooraf, en het scheelt bijna een kwart van de prijs, want er wordt geen omzetbelasting berekend.

Fotografie van storthoopmineralen

Onbeschadigde storthoopmineralen die voor fotografie in aanmerking komen halen doorgaans de 4 mm grootte niet. Sterker: vele blijven onder de millimeter. Nu is 4 mm een soort magische grens. Fotografie van specimens beneden de 4 mm is niet helemaal leuk meer. De fotograaf kan zich niet meer uitleven om door een spel met licht de mineralogische eigenschappen zoals kleur, kristalvorm en oppervlaktestructuur op een aantrekkelijke manier te visualiseren. Fotografisch komt dit doordat lenzen gebruikt moeten worden met een kleine brandpuntsafstand. Hierdoor komt de lens zo angstig dicht bij het mineraal dat het in de stralengang van de verlichting komt, waardoor het mineraal "verduisterd" wordt. De mogelijkheden van verlichting worden hierdoor enorm beperkt. Tegelijk neemt de dieptescherpte zodanig af dat eigenlijk alleen nog in een plat vlak scherpe opnamen gemaakt kunnen worden. Diafragmeren werkt hier averechts, omdat hierdoor het oplossend vermogen zo sterk afneemt dat de gehele opname een waas van onscherpte krijgt.

De mineralen zijn doorgaans aan het daglicht gebracht doordat het gesteente met een stenenbreker gespeten is. Hierdoor komen holten vrij waarin de mineralen de trotse bezitter toelachen, maar die de fotograaf tot wanhoop brengen. Met spaarzame belichtingsmogelijkheden en een veel te geringe dieptescherpte moet hij de mineralen te lijf. Hij moet kiezen uit vele

kwaden en neemt dan vaak tegen zijn gevoel in een foto. Tegenover de fotografische martelgang stond ook ditmaal het voortreffelijke contact met de bezitters van de mineralen: A.J. Schrandt, W.R. v.d. Berg en C.D. van Loon. Niets was hen teveel om stukken uit te zoeken die wel genomen konden worden.

pieter Stemvers

